

Treball de Fi de Grau

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Adaptació d'un carro de la compra acoblable a cotxets de nadons

MEMÒRIA

Autor:	Maria Castellví Marín
Director:	Joaquín Fernández
Convocatòria:	Juny 2020



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

El present estudi pretén trobar una solució per a poder resoldre un dels inconvenients amb els que es troben les persones amb recent nascuts a l'hora d'anar a comprar.

El projecte realitzat es basa en el desenvolupament d'una adaptació d'un carro de la compra pels cotxets de nadons.

En primer lloc, s'ha realitzat un estudi de mercat per tal d'analitzar si existeixen solucions pel problema. A més, s'han contemplat les opcions i models de cotxets de nadons i de carros d'anar a comprar existents. D'altra banda, s'ha realitzat una anàlisi dels usuaris i del factor humà per acabar d'entendre el problema i poder identificar les demandes i necessitats per part d'aquests. Un cop establertes aquestes necessitats, s'ha passat a establir les especificacions del disseny, és a dir, què és el que hauria de complir el producte final. Seguidament, al desenvolupament conceptual del producte, on es descriu què és el que cal dissenyar, s'estableix la disposició que adquiriran els diferents elements del conjunt, es determina per on serà manejat el conjunt i, s'avaluen diferents propostes. D'aquestes, tenint en compte si compleixen les necessitats i especificacions, s'arriba a trobar un disseny final.

Aquest producte es detalla seguidament i s'elabora un dimensionament i descripció en 3D per mostrar detingudament totes les característiques i poder mostrar el seu funcionament. Un cop conegudes les mides i forma de la solució es passa a trobar possibles materials a utilitzar i a valorar els mètodes de fabricació, tenint en compte tant els factors ambientals com els econòmics.

Seguint aquesta metodologia s'ha arribat a una solució digne de fe als objectius i requeriments inicials.

Sumari

RESUM	3
SUMARI DE FIGURES I TAULES.....	6
1. PREFACI	8
1.1. ORIGEN DEL PROJECTE.....	8
1.2. MOTIVACIÓ	8
1.3. REQUERIMENTS PREVIS.....	8
2. INTRODUCCIÓ	9
2.1. OBJECTIUS DEL PROJECTE	9
2.2. ABAST DEL PROJECTE.....	9
2.3. METODOLOGIA EMPRADA.....	9
3. ANÀLISI DEL MERCAT ACTUAL (ESTAT DE L'ART)	11
3.1. PRODUCTES EXISTENTS. ACCESSORIS PER ANAR A COMPRAR	11
3.2. COTXETS DE NADONS	14
3.2.1. Marques referents en el món dels cotxets de nadons.....	14
3.2.2. JANÉ Rider i JANÉ Muum	15
3.3. CARRO DE LA COMPRA	16
3.4. MODELS SELECCIONATS	17
4. ANÀLISI DELS USUARIS I EL FACTOR HUMÀ	18
4.1. DEMANDES PER PART DE L'USUARI	19
5. ESPECIFICACIONS DEL DISSENY.....	20
6. DISSENY CONCEPTUAL.....	21
6.1. QUÈ ES DISSENYA?.....	21
6.2. DETERMINACIÓ DE LA DISPOSICIÓ DELS ELEMENTS.....	23
6.2.1. Estudi antropomètric de la llargària dels braços d'una persona	25
6.2.2. Estudi de volum	28
6.3. PER ON ES CONDUIRÀ EL CONJUNT?.....	32
6.4. ELECCIÓ DEL PRE-DISSENY	33
7. DISSENY DE DETALL	36
7.1. POSICIÓ DE L'ANCORATGE.....	39
PROPOSTA 1	41

PROPOSTA 2	41
PROPOSTA 3	41
PROPOSTA 4	42
PROPOSTA 5	42
PROPOSTA 6	42
7.2. DESCRIPCIÓ DE LA PEÇA	43
7.3. ANCORATGE INFERIOR.....	44
7.4. ANCORATGE LATERAL.....	49
7.5. CAPACITAT D'EMMAGATZEMATGE DEL CARRO	51
8. FABRICACIÓ	52
8.1. SELECCIÓ DELS MATERIALS	52
8.1.1. Material de l'estructura del carro	52
8.1.2. Material de les peces d'unió	53
8.2. PROCÉS DE FABRICACIÓ	55
9. PRESSUPOST I PREU DE VENDA	59
9.1. PRESSUPOST	59
9.2. CÀLCUL DEL PREU DE VENDA.....	65
10. AVALUACIÓ FINAL DEL DISSENY	67
11. FUTUR DEL PROJECTE.....	68
CONCLUSIONS.....	69
AGRAÏMENTS	70
BIBLIOGRAFIA.....	71

Sumari de figures i taules

Figura 1. Esquema de la metodologia emprada	9
Figura 2. Diagrama de flux de la metodologia del projecte	10
Figura 3. Model Rider Jané [4]	15
Figura 4. Model Muum Jané [4]	15
Figura 5. Models de carros per anar a comprar.....	16
Figura 6. Carros multi usos plegables [5], [6]	17
Figura 7. Disposició sentit del seient model <i>Rider</i> [4].....	23
Figura 8. Cotxet amb seient normal i amb el mòdul Micro [4]	23
Figura 9. Posició maneig cotxet	25
Figura 10. Angle confort extensió colze	26
Figura 11. Angle confort extensió espatlla	26
Figura 12. Mesures dimensió braç.....	26
Figura 13. Longitud abast braços homes i dones [9]	27
Figura 14. Càlcul trigonomètric distància amb els angles de confort	27
Figura 15. Disseny model Rider en 3D a través de SolidWorks (Vista 1)	28
Figura 16. Disseny model Rider en 3D a través de Solidworks (Vista Lateral, Frontal i Isomètrica)	29
Figura 17. i Figura 18. Estudi volum darrere del cotxet.....	29
Figura 19 i Figura 20. Estudi volum al davant del cotxet	30
Figura 21. Mides volum disponible [m]	31
Figura 22. Posició humà respecte carro	33
Figura 23. Model carro Play We Go [11]	34
Figura 24. Model carro Rolser [9]	34
Figura 25. Estructura xassís carro vertical de Rolser [10].....	35
Figura 26. Estructura xassís carro Play We Go de Playmarket [11]	35
Figura 27. Mesures generals del Play We Go [11]	36
Figura 28 i Figura 29. Modelatge en 3D del carro.....	37
Figura 30. Distribució 3D ambdós elements	37
Figura 31. Vista lateral distribució 3D ambdós elements	37
Figura 32. Manillar plegable del model Play We Go de Playmarket [11]	38
Figura 33 i Figura 34. Modelatge en 3D del carro amb el mànec plegat.....	38
Figura 35. Modelatge en 3D del conjunt amb el mànec plegat	39
Figura 36. Modelatge en 3D del conjunt amb el mànec plegat (lateral)	39
Figura 37. Designació parts cotxet.....	40
Figura 38. Designació parts carro	40
Figura 39. Disseny final d'ancoratge del conjunt	43
Figura 40. Acoblament de la peça al xassís del carro	44
Figura 41. Disseny en 3D de la peça d'unió inferior.....	44
Figura 42. Disseny en 3D de la peça d'unió inferior (vista lateral)	45
Figura 43. Disseny de les frontisses	45
Figura 44. Vista de l'acoblament mitjançant les frontisses a la part inferior del carro	46
Figura 45 i Figura 46. Peça unió central	46
Figura 47. Vista lateral peça unió central.....	47
Figura 48. Acoblament peça al cotxet	47
Figura 49. Fixació inferior al cotxet.....	47
Figura 50. Mecanisme de tancat Barra 1.....	48
Figura 51. Mecanisme de fixació tancament Barra 1	48
Figura 52. Peces unió laterals en el conjunt.....	49
Figura 53. Peça d'unió lateral.....	49
Figura 54. Frontissa adherència a cotxet	50
Figura 55. Frontissa adherència a carro	50
Figura 56 i Figura 57. Distribució final del conjunt unit amb la posició de l'usuari.....	50
Figura 58. Càlcul capacitat emmagatzematge carro.....	51
Figura 59. Metodologia d'emmotllament per injecció	56
Figura 60. Esquema procés soldadura per aire calent amb punta ràpida [27]	57

Taula 1. Disseny 1. Motxilla porta-nadons [1].....	11
Taula 2. Disseny 2. Cistella xassís inferior.....	12
Taula 3. Disseny 3. Cistella xassís mànec.....	12
Taula 4. Disseny 4. Cistella equipatge lateral.....	13
Taula 5. Classificació tipus de cotxets.....	14
Taula 6. Models seleccionats.....	17
Taula 7. Anàlisi dels usuaris.....	19
Taula 8. Especificacions del disseny.....	20
Taula 9. Resum comparativa 3 propostes.....	22
Taula 10. Avantatges i inconvenients amb mòdul Micro.....	24
Taula 11. Avantatges i inconvenients direcció marxa.....	24
Taula 12. Avantatges i inconvenients amb sentit contrari al de la marxa.....	25
Taula 13. Taula amb dimensions del cos.....	26
Taula 14. Mesures longitud braços per abast d'un objecte.....	28
Taula 15. Avaluació posicions.....	31
Taula 16. Característiques models carros.....	34
Taula 17. Llegenda avaluació necessitats.....	35
Taula 18. Avaluació necessitats model escollit.....	35
Taula 19. Proposta 1 d'ancoratge.....	40
Taula 20. Proposta 2 d'ancoratge.....	40
Taula 21. Proposta 3 d'ancoratge.....	40
Taula 22. Proposta 4 d'ancoratge.....	40
Taula 23. Proposta 5 d'ancoratge.....	41
Taula 24. Proposta 6 d'ancoratge.....	41
Taula 25. Taula resum propostes unió.....	42
Taula 26. Densitat Acer i Alumini.....	53
Taula 27. Propietats del material Polipropilè (Copolímer PP).....	53
Taula 28. Característiques materials termoplàstics.....	54
Taula 29. Components de la unió inferior.....	56
Taula 30. Components de la unió lateral.....	57
Taula 31. Passos fabricació peces unió.....	58
Taula 32. Sous dels treballadors implicats en el projecte.....	59
Taula 33. Desglossament del cost del material per a 1 prototip.....	60
Taula 34. Cost material segons mida lot.....	61
Taula 35. Càlcul consum procés injecció.....	61
Taula 36. Cost mecanitzat segons mida lot.....	61
Taula 37. Càlcul cost emmagatzematge.....	62
Taula 38. Costos producció i logística segons mida de lot.....	63
Taula 39. Pressupost projecte empresa (n=1).....	64
Taula 40. Pressupost per part d'enginyers autònoms (n=1).....	64
Taula 41. Càlcul PVD i PVP segons mida lot.....	65
Taula 42. Llegenda avaluació necessitats.....	67
Taula 43. Avaluació del disseny final.....	67

1. Prefaci

1.1. Origen del projecte

Aquest projecte va sorgir a partir de la idea de dissenyar qualcun element per tal de facilitar alguna tasca de la vida quotidiana. Des d'un inici es volia centrar el treball en l'àmbit de l'estudi del modelatge i disseny, sempre des del punt de vista de l'enginyeria, d'un objecte que pogués ser d'utilitat en el dia a dia de les persones.

Escoltant familiars, amics i observant en el carrer, tendes i mercats, es va poder constatar la dificultat que tenen les mares, pares i avis per anar a comprar amb nens petits. Sovint la capacitat d'emmagatzematge disponible en el cotxet no és suficient i comporta una limitació a l'hora de poder comprar una quantitat de productes determinada.

És per aquest motiu que va sorgir la idea de trobar una solució a aquest problema. Així doncs, es va pensar en aconseguir modelar un carro d'anar a comprar que pogués ser adaptat als cotxets de nadons.

1.2. Motivació

Sovint no en som conscients que a moltes persones els hi és difícil anar a comprar per raons diferents. És el cas dels pares i mares amb nadons, ja que no poden carregar molt pes i alhora manejar el cotxet. És cert que els cotxets de nadons existents en l'actualitat cada cop s'adapten més a les necessitats dels usuaris i, concretament en relació a l'emmagatzematge de productes, ja n'hi ha que incorporen un petit cistell per tal de transportar objectes.

Tot i així, és suficient aquest emmagatzematge? Poden els pares i mares realitzar una compra convencional? O han de reduir el volum de les seves compres per la manca de poder transportar tot allò que desitgen? Aquestes són algunes de les incerteses que han inspirat aquest projecte.

1.3. Requeriments previs

En aquest projecte no es pot parlar d'uns requeriments previs imposats per una tercera persona aliena a l'equip de realització del projecte. Els requeriments establerts varen estar proposats per l'autor i pel tutor del treball.

Un primer requeriment establert era la realització d'un treball complet basat en un projecte d'enginyeria. Des de l'establiment d'unes necessitats inicials fins a la resolució del prototip i elaboració d'un pressupost.

És cert que existeixen requeriments imposats per el mercat en quant a les característiques dels cotxets i carros d'anar a comprar com seria la certificació de seguretat. Durant l'estudi, llavors, es tractarà de respectar aquests.

2. Introducció

2.1. Objectius del projecte

Aquest projecte té el principal objectiu d'assolir una proposta de disseny d'un objecte i abordar-ho des del punt de vista de l'enginyeria. El producte a desenvolupar ha de ser útil i pràctic per anar a comprar amb un cotxet de nadons.

La solució a aquest problema ha de ser pràctica, còmode de transportar i utilitzar. És a dir, ha de ser un producte fàcil de ser acoblat als cotxets de nadons i sense incorporar dificultats de maniobra del cotxet. No ha de ser massa robust i alhora ha de ser lleuger, capaç de ser emmagatzemat en un espai reduït. Al tractar-se d'un producte destinat a usuaris joves i de mitjana edat, interessa que el cost econòmic d'aquest no sigui elevat.

2.2. Abast del projecte

Els projectes d'enginyeria reals consten de diferents fases. Aquest estudi, doncs s'ha volgut orientar de manera similar.

Tot i així, el projecte actual no abasta totes les etapes d'un real, donat que en aquests es compta d'un equip de persones complet i es realitza una distribució específica de les tasques. A més, el període de realització d'un projecte real és molt més ampli del que es disposa per aquest treball. Per aquestes raons, s'ha establert uns límits i no es tindran en compte les següents etapes:

- Fabricació de l'objecte i la seva comercialització
- Estudi dels esforços
- Realització d'un pla de negoci. Tot i així, s'aportaran dades i idees relacionades amb el pressupost i la possible estratègia de comercialització.
- Compliment de la normativa

2.3. Metodologia emprada

S'ha seguit una metodologia empírica basada principalment en l'observació i l'experimentació. Primerament es realitza una anàlisi detallada del problema i s'avaluen els productes existents avui en dia amb una funcionalitat similar. Seguidament es proposen varies iniciatives de disseny, s'avaluen i es selecciona aquella més pràctica, menys complicada de fabricar i acceptada pels futurs usuaris.



Figura 1. Esquema de la metodologia emprada

El procés complet per tal d'arribar a la solució final es mostra en el següent diagrama:

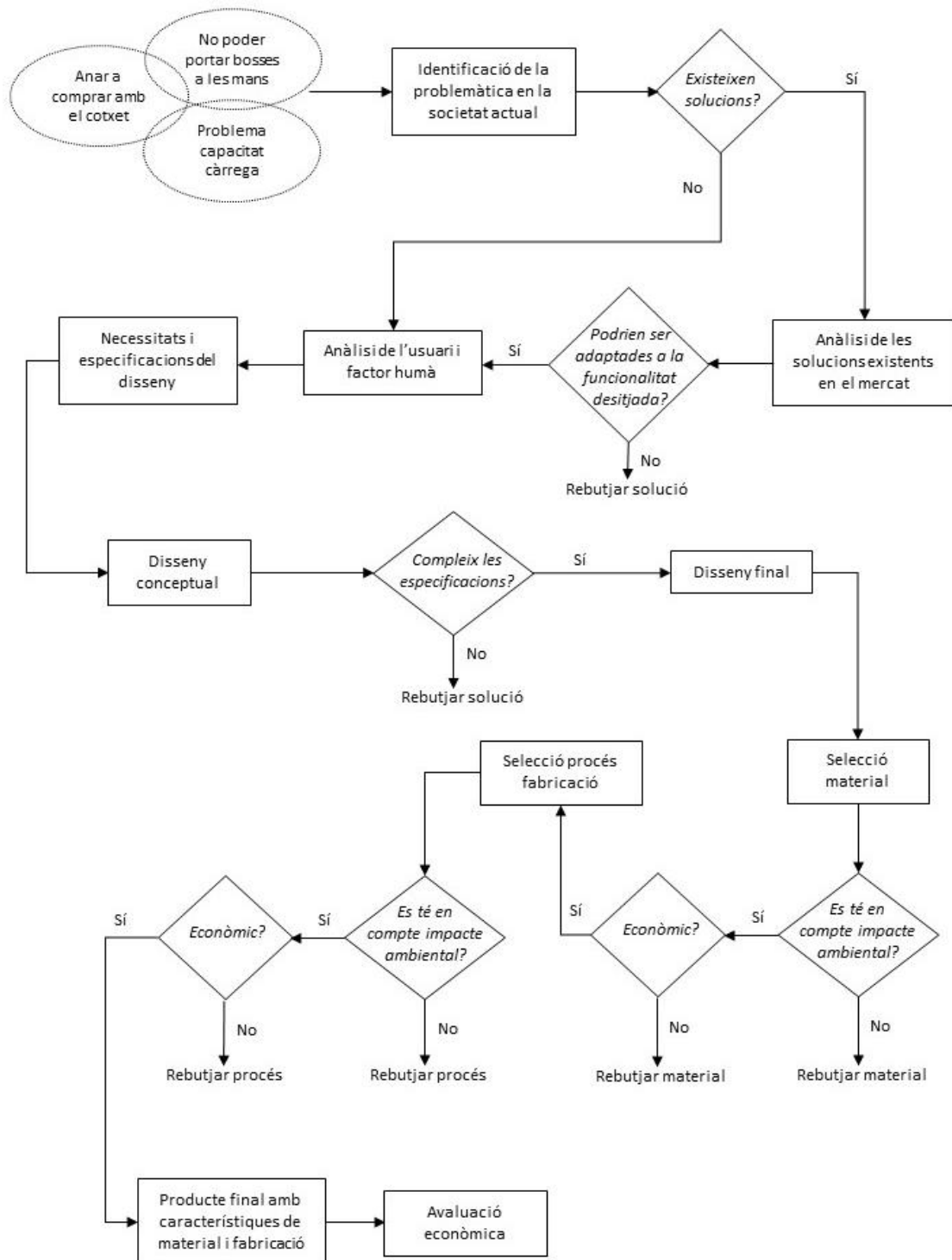


Figura 2. Diagrama de flux de la metodologia del projecte


3. Anàlisi del mercat actual (estat de l'art)

En aquest capítol l'objectiu és analitzar l'oferta actual que hi ha en el mercat i establir una comparativa entre els productes existents amb funcionalitat similar al producte desitjat. També s'ha comentat les adaptacions que se'ls hi podria realitzar a alguns dels existents en el mercat per tal de complir amb els objectius del projecte.

A més, es realitza un estudi complet dels cotxets de nadons i dels carros de la compra del mercat amb el fi d'arribar a consensuar quins són els d'ús més comú i, per tant, als que s'hauria d'adaptar el disseny desitjat.

3.1. Productes existents. Accessoris per anar a comprar

Ja existeixen en el mercat diversos accessoris que s'adapten al cotxet o que intenten solucionar la problemàtica. En aquesta secció doncs, s'analitzen els productes existents i es mostra com podrien ser adaptats per a la funcionalitat desitjada.

DISSENY 1	
<p>Nom: Motxilla porta-nadons</p> <p>Autor/Productor: Vàries marques produeixen aquest producte.</p> <p>Descripció: Peça de tela rectangular (panel) a la que se li uneix un cinturó i uns tirants per així poder ser penjada i adaptada a qualsevol tipus de portador. Aquest producte facilita als pares poder realitzar feines donat que els nadó es troba sostingut i el portador pot disposar de l'ús de ambdues mans.</p> <p>Material: Tela</p> <p>Preu: 50-160€</p>	
<p>Actuació: Aquest producte és una alternativa a portar el cotxet de nadons. Així doncs, la seva funcionalitat no s'aproxima a la del producte desitjat, ja que amb aquest producte no cal una adaptació al cotxet.</p>	

Taula 1. Disseny 1. Motxilla porta-nadons [1]

DISSENY 2

Nom: Cistella xassís inferior

Autor/Productor: Vàries marques produeixen aquest producte.

Descripció: Cistella situada a la part inferior del xassís del cotxet amb la utilitat d'emmagatzemar objectes.

Material: Plàstic + tela

Preu: 60 € (depenent de la marca)



Actuació: Aquest producte mostra limitacions de capacitat i de resistència donat que es troba en un espai força reduït. Unes de les opcions per a millorar aquest sistema podrien ser:

1. Elevar el seient del nadó i fer les parets de la cistella més altes fent així que tinguí més capacitat d'emmagatzematge.
2. Canviar el material per un de més resistent i rígid com podria ser el plàstic o el metall donat que normalment són de tela.

Taula 2. Disseny 2. Cistella xassís inferior

DISSENY 3

Nom: Bossa adaptada al xassís i mànec

Autor/Productor: Joolz [2]

Descripció: Bossa/cistella acoblable al xassís per la part del mànec.

Càrrega màxima: 5 kg

Material: Plàstic / tela

Preu: 35 €



Actuació: Aquest producte mostra limitacions de capacitat donat que es troba en un espai força reduït. Unes de les opcions per a millorar aquest sistema podrien ser:

1. Augmentar la capacitat de la bossa fent aquesta més rígida.
2. Canviar el material per un de més resistent i rígid com podria ser el plàstic o el metall.

Taula 3. Disseny 3. Cistella xassís mànec

DISSENY 4

Nom: Cistella equipatge lateral

Autor/Productor: Bugaboo [3]

Descripció: Cistella acoblable al xassís d'un cotxet de bessons substituint un dels seients.

Càrrega màxima: 10kg.

Material: Plàstic / tela

Preu: 47,95 €



Actuació: La limitació és que s'ha de tractar d'un cotxet de bessons. El producte mostra una capacitat de càrrega baixa i aquesta podria ser augmentada:

1. Modificant el material de la cistella per un de més resistent.
2. Intentant aprofitar més l'espai.





Taula 4. Disseny 4. Cistella equipatge lateral

Un cop analitzats els productes existents en el mercat, s'ha vist que cap d'ells compleix exactament amb el que es vol aconseguir en aquest projecte: una peça que sigui acoblable a un cotxet de nadons i que sigui capaç de suportar el pes suficient per realitzar la tasca d'anar a comprar. Aquesta adaptació hauria de poder ser acoblada i desacoblada sense modificar el disseny del cotxet.

Així doncs, el que cal és fer una recerca dels cotxets de nadons existents i escollir el model al que es vol fer referència i així poder procedir amb l'estudi del disseny de l'objecte desitjat.

3.2. Cotxets de nadons

Existeixen milers de models de cotxets de nadons amb diferents dissenys. En aquesta secció, doncs, per tal d'escollir el model al que s'adaptarà el prototip, s'ha realitzat un estudi i comparativa del mercat actual.

TIPUS	CARACTERÍSTIQUES	ADECUAT PER	DISSENY
Clàssic	<ul style="list-style-type: none"> Xassís de 4 rodes Nadó estirat Forma de bressol 	Nadons recent nascuts – 6 mesos	
Cadires de passeig	<ul style="list-style-type: none"> Nadó en el sentit de la marxa Xassís de 3 o 4 rodes 	Nadons a partir de 6 mesos	
Cotxets polivalents/ Sistema 3 en 1	<ul style="list-style-type: none"> Xassís, cabàs y cadira de passeig desmuntables per l'ús més idoni en cada ocasió 	Tot tipus d'edats	
Cotxet de bessons	<ul style="list-style-type: none"> Capacitat per a dos nadons 	Bessons	

Taula 5. Classificació tipus de cotxets

El model exacte escollit en aquest projecte ha estat finalment determinat en l'apartat 3.2.2 donat que és on s'ha tingut en compte aspectes de distribució d'espai i disposició del objecte.

3.2.1. Marques referents en el món dels cotxets de nadons

Existeixen centenars de marques diferents de cotxets de nadons. És per això, que s'ha d'escollir un model en concret al qual es podrà adaptar el prototip. És possible que diferents models presentin una estructura de xassís idèntica o similar i el prototip pugui ser adaptat a més d'un model. D'entre els models existents i marques, s'ha decidit escollir la marca Jané Group [4] donat que es tracta d'una marca espanyola amb seu a Barcelona dedicada a la fabricació de cotxets de nadons, cadires de seguretat i productes de maternitat i es mostra com un dels referents a nivell

internacional. A més, és una empresa amb la que s'ha contactat i es mostren disposats a col·laborar i proporcionar informació durant el projecte.

Dos dels models més exitosos de Jané són el *Muum* i el *Rider*. Són doncs els que es mostren analitzats en el proper apartat.

3.2.2. JANÉ Rider i JANÉ Muum


Els models *Rider* i *Muum* mostren una estructura molt similar. Els dos tenen el xassís d'alumini, l'hamaca reversible i ambdós poden fer-se servir com un cotxet de bressol o com una cadira de passeig.




Figura 3. Model Rider Jané [4]



Figura 4. Model Muum Jané [4]

Rider	
	Pes del nadó: 0-15 kg
Mesures	
	93 x 61 x 80 – 113 cm
	62 x 61 x 38 cm
	14.3 kg

Xassís d'alumini.
 Altura manillar regulable.
 Fre de mà de fàcil ús al mànec.
 Carro amb hamaca reversible.
 Reposapeus amb doble funció.
 Suspensió posterior regulable.
 Cistell fins a 4kg / 9L.
 Plegat compacte.
 Rodes: davanteres: 16.5 cm / posteriors: 26.6 cm

Muum	
	Pes del nadó: 0-15 kg
Mesures	
	98 x 60 x 78 - 108 cm
	65 x 60 x 29 cm
	12.9 kg

Xassís d'alumini.
 Manillar regulable en altura.
 Capota extensible.
 Fre de pedal.
 Carro amb hamaca reversible.
 Tres posicions de respatl·ler.
 Reposapeus ajustable.
 Suspensió davantera.
 Cistell fins a 4 kg / 18 L
 Plegat compacte.
 Rodes: davanteres: 19.5 cm / posteriors: 29 cm

Observant les característiques d'ambdós models, es pot veure que mostren una estructura de xassís força similar i la diferència més significativa es troba en la posició del fre. En el model *Rider* el fre és posicionat en el mànec del cotxet mentre que en el model *Muum* el fre és de pedal en

la part posterior inferior. En apartats de més endavant, es considera l'opció de dissenyar un carro posicionat en la part posterior del cotxet. Això dificultaria l'ús del fre del model *Muum* i, el fre de seguretat és un mecanisme essencial en els cotxets de nadons. Donat que les altres característiques dels models no es mostren com problemàtiques, el criteri del fre ha estat decisiu doncs a l'hora d'escollir el model *Rider* per desenvolupar el projecte.

El model *Rider* és un dels models referents en el mercat actual. Com es pot veure en la Figura 3, té un mòdul opcional anomenat Micro que permet utilitzar el cotxet pels recent nascuts, portant-los en el bressol. Aquest mòdul pot intercanviar-se per la cadira de passeig quan es desitgi.

3.3. Carro de la compra

Per altra banda, també és necessari realitzar un estudi del mercat actual dels carros de la compra per tal de poder-se basar en l'estructura de les propostes existents més òptimes i poder realitzar el disseny propi que s'adapti al model de cotxet escollit.

Existeixen molts dissenys diferents de carros plegables per transportar objectes. Per una banda existeixen els carros que només serveixen per anar a comprar i, per altra, els que poden destinar-se també a altres usos.

Són diversos els models que existeixen però, en general, aquests carrets es caracteritzen per presentar una estructura d'alumini i un recobriment de tela resistent. Hi ha variacions de dues i quatre rodes entre els que la diferència principal es presenta en l'hora de dirigir el carro. Els carros de dues rodes s'han de conduir de forma inclinada i normalment aquests s'arrosseguen darrere l'usuari. Per contra, els carros de quatre rodes poden ser maniobrats disposats davant de l'usuari i són més estables.



Figura 5. Models de carros per anar a comprar

Aquests models de carros són els més utilitzats perquè tenen una gran capacitat, són lleugers, fàcils de maniobrar i la majoria d'ells presenten una estructura plegable, de manera que poden ser emmagatzemats en un espai petit.

Tot i així, existeixen altres carros que, d'entre altres de les seves utilitats, poden servir per anar a comprar i transportar els productes. Poden ser d'alumini o de plàstic i, en general, són plegables.



Figura 6. Carros multi usos plegables [5], [6]

Aquests tipus de carros, però, no presenten una capacitat de càrrega tant elevada i, potser per aquest motiu, són menys utilitzats.

Per aquestes raons s'ha optat per basar-se en el disseny dels carros de lona (Figura 5). Pel model final es tindran en compte altres aspectes com són el volum disponible i les necessitats.

3.4. Models seleccionats

Com vist en els apartats 3.2 i 3.3, s'ha seleccionat un model de cotxet en concret per poder dissenyar i adaptar el prototip i s'ha decidit en quin model de carro es basarà l'estudi del disseny.

En la taula següent es mostra el motiu de la tria en resum d'ambdós models. El model de cotxet serà exactament el que s'utilitzarà per acoblar el producte i el model de carro és en el que es basarà el disseny, tot adaptant aquesta forma al volum i espai disponibles.

	Model seleccionat	Motiu de la tria
COTXET		Fre de seguretat posicionat al mànec
		Mànec regulable
		Direcció seient regulable
CARRO		Lleugers
		Molta capacitat
		Estructura plegable

Taula 6. Models seleccionats

4. Anàlisi dels usuaris i el factor humà

Aquesta anàlisi està centrada principalment en els usuaris dels cotxets que són els que valoraran les modificacions. Per altra banda però, també s'ha de fer una anàlisi d'aquelles persones a qui pot afectar el projecte, ja sigui de forma directa o indirecta.

Els implicats poden estar classificats de la manera següent:

- **Usuaris principals dels cotxets de nadons:** els principals clients seran adults joves amb nadons. Per això, el producte ha de ser econòmic, fàcil d'adquirir i amb un disseny innovador i atractiu per tal de satisfer els pares moderns.
- **Empreses de cotxets:** ja sigui l'empresa del model de cotxet escollit o no, aquestes es mostren com una forta competència donat que dins la seva oferta de productes disposen també de "gadgets" i complements com podrien ser cistelles o bosses per adaptar-los als cotxets.
- **Empreses de carros de la compra:** es mostrarà com una competència encara que els models de carros que ofereixen no compleixen la funció de ser adaptats a un cotxet de nadons.
- **Venedors del producte:** encarregats de comercialitzar el producte.
- **Enginyers i dissenyadors:** responsables de la realització del projecte i encarregats de donar l'aprovació en quant a les característiques i disseny del producte.
- **Fabricants:** encarregats de confeccionar el producte i poder-lo obtenir físicament.
- **Ecologistes:** grup a tenir en compte per no incomplir restriccions i produir un producte amb un material i procés que no perjudiqui el medi ambient.
- **Encarregats de l'homologació del producte:** tenen com a missió revisar que totes les condicions de seguretat es compleixen i que la venda del producte no viola les lleis existents.
- **Encarregats de la gestió dels residus:** són els que, durant la fabricació i un cop finalitzi la vida útil del producte, gestionaran els residus correctament.

4.1. Demandes per part de l'usuari

Un cop descrits els grups afectats pel projecte, es tracta de fer una classificació de les necessitats de les demandes de cada grup.

Grup d'Usuaris	Necessitats	Demanda disseny	Demanda extra
Usuaris dels cotxets	Pràctic	Lleuger	
	Fàcil d'adaptar	Peces d'adaptació de fàcil utilització	
	Econòmic	Materials econòmics	
	Estèticament atractiu	Que no passi de moda	
		Bonic	
	Optimitzi espai	De volum reduït i plegable	
	Pugui suportar càrrega necessària	De material resistent	Aportin seguretat
Empreses cotxets		Adaptació als seus models de cotxets	
Empreses carros de comprar			
Venedors del producte	Econòmic	Materials econòmics	Cost proveïdor baix
	Bon màrqueting	Atractiu a la vista	
	Diferenciador	No basat en dissenys comuns	
Enginyers i dissenyadors	Conèixer necessitats usuaris		Conèixer les noves tendències del sector
	Procés ràpid		Optimització del temps de duració del projecte
Fabricants	Fàcil fabricació	Materials comuns i disseny no massa complex	Conèixer com tractar els materials i funció del producte per tal d'arribar amb el producte desitjat
	Cost energètic baix	Evitar processos complexos	
	Transport fàcil	Lleuger i que ocupi poc	
Ecologistes	Evitar afectació al medi ambient durant el transcurs del projecte	Utilització de materials no contaminants	Elecció d'un medi de transport que no afecti el medi ambient.
		Elecció dels processos de fabricació de manera que no afectin medi ambient	
Encarregats de l'homologació	Control de la seguretat	Assegurar seguretat i resistència	
	Evitar infracció de les lleis	Compliment de les mesures establertes per llei	
Encarregats de la gestió dels residus	Allargar la vida útil del producte	Ús de materials reciclables	Disminuir residus
			Millorar medi ambient

Taula 7. Anàlisi dels usuaris

5. Especificacions del disseny

En aquest apartat es defineixen les necessitats del producte, les quals seran avaluades en els dissenys proposats i el seu compliment o no, serà un factor decisiu per l'elecció del disseny final. Tant de l'anàlisi de les necessitats com dels usuaris s'ha obtingut un seguit de requisits resumits en la taula següent:

Necessitat			Unitats mesura	Valor desitjat	Importància ¹
N1	Acoblable al cotxet	S'adapti bé a l'estructura del cotxet.			10
N2	Lleuger	No pesi massa.	Kg	5kg	7
N3	Plegable	Pugui ocupar un espai reduït quan no és utilitzat.	cm (cotes) o dm ³ (volum)	10 dm ³	9
N4	Resistent	Aguanti el pes sense deformar-se ni trencar-se.			9
N5	Capacitat	Pugui transportar un mínim de càrrega.	Kg (pes que aguanta)	25 kg	8
N6	Econòmic	Pugui ser adquirit per la majoria dels usuaris.	€	< 100 €	8
N7	Fàcil de maniobrar	L'ús del producte no ha de dificultar la maniobra del cotxet.			8
N8	Material no contaminant	Material no perjudicial pel medi ambient.	Estàndards		7
N9	Material reciclable	Material que pugui ser reutilitzat.			7
N10	Procés fabricació ràpid	Optimització del temps de disseny, mecanitzat i transport.	h / dies		7
N11	Procés fabricació amb cost reduït	Reduir els costos de fabricació com pot ser el de ús de maquinària.	€ o KW		7
N12	Atractiu/estètic	Que agradi als usuaris i creï desig de ser comprat.			8
N13	Innovador	Sigui un producte no existent i novador en el mercat.			7
N14	Fàcil de transportar	Sigui lleuger i no necessiti un transport específic.			7
N15	Vida útil llarga	Tingui una vida útil llarga.	Anys		7
N16	Independent	Pugui ser utilitzat de manera independent sense el cotxet.			7

Taula 8. Especificacions del disseny

¹ Avaluació en escala del 0-10 on 10 assoleix la màxima importància.

6. Disseny conceptual

Un cop definides les necessitats desitjades, una de les parts clau d'aquest projecte és escollir el disseny de la peça. Per tal d'arribar al definitiu, abans s'han valorat diferents propostes algunes de les quals han evolucionat fins assolir el prototipus final. Les altres propostes doncs, s'han descartat quedant-se com a futures iniciatives a poder ser millorades o com possibles solucions per altres necessitats.

En aquest capítol s'avalua: què és el que cal dissenyar o modificar, quina ha de ser la disposició dels elements, per on es manejarà el conjunt i quins dissenys conceptuals s'ajusten a les necessitats establertes per, finalment escollir el disseny definitiu.

6.1. Què es dissenya?

Per començar, s'ha de decidir què és el que caldrà dissenyar o redissenyar. És a dir, si cal realitzar un disseny d'un carro de la compra, adaptar un d'existent, modificar l'estructura d'un cotxet, dissenyar un sistema d'ancoratge,... En resum, es plantegen tres escenaris:

- I. Modificació d'ambdós elements: cotxet de nadons i carro de la compra i establir una forma d'unió
- II. Modificació d'un dels dos components i realització d'un sistema d'ancoratge
- III. Sistema d'ancoratge sense modificar cap dels dos elements

A continuació s'analitza cadascun dels casos mencionats.

- I. Modificació d'ambdós elements

La primera opció seria modificar o redissenyar ambdós elements, tant el cotxet com el carro d'anar a comprar per tal que puguin funcionar de manera acoblada. La remodelació hauria d'evitar impedir poder utilitzar ambdós elements de forma independent ja que l'objectiu també és que el cotxet pugui ser utilitzat independentment sense el carro i a l'inrevés.

- II. Modificació d'un dels dos components i realització d'un sistema d'ancoratge

En aquest cas, el desitjat seria modificar o dissenyar tant sols un dels dos elements, basant-se en els models escollits. Existeixen doncs dues opcions: modificar el carro i adaptar aquest al cotxet o a l'inrevés, modificar el cotxet i adaptar-lo al carro. En aquestes opcions, doncs, caldria també crear uns prototips de peces que serveixin d'ancoratge entre els dos elements. Per tal de trobar les peces idònies que assegurin l'ancoratge del conjunt, s'hauria d'estudiar detingudament la distribució dels elements.

- III. Sistema d'ancoratge sense modificar cap dels dos elements

La darrera opció és el disseny d'un sistema d'ancoratge. Es tractaria de, un cop triats els models de cotxet i carro, dissenyar en detall unes peces d'unió. Les peces podrien mostrar un disseny molt diferent segons la posició on aquestes es disposessin. En aquest cas la solució seria més econòmica però el disseny hauria d'estar molt enfocat als models concrets triats.

A continuació es mostra una taula dels avantatges i inconvenients de cada una de les anteriors propostes:

	Avantatges	Inconvenients
I. Modificació d'ambdós elements	Obtenció d'un disseny amb totes les especificacions desitjades ("a mida")	Disseny molt complex.
		Cost productes molt elevat.
		No possibilitat d'utilitzar model de cotxet existent.
		No possibilitat d'utilitzar model de carro existent.
II. Modificació d'un dels dos components + ancoratge	Possibilitat d'utilitzar models existents	No adaptable a tots els models.
	Més senzill	
	Més econòmic	
III. Sistema d'ancoratge	Més econòmic	Més complex.
	No necessitat de comprar components nous	Difícil de determinar peces exactes per l'ancoratge de models existents sense realitzar cap modificació de cap d'ells.

Taula 9. Resum comparativa 3 propostes

L'opció triada és el re-disseny o adaptació d'un dels elements i ancorar aquest a l'altre component (Proposta II). La modificació d'ambdós elements suposaria un disseny molt complex i un cost d'adquisició molt elevat donat que els usuaris haurien de comprar els dos elements, és a dir, no podrien utilitzar ni el carro ni el cotxet del que disposen. Per altra banda, la proposta de realitzar només un sistema d'ancoratge mostra ser una opció complexa a l'hora de poder arribar a unes peces òptimes que s'adaptin a uns models en concret sense haver de modificar cap aspecte d'aquests.

Així doncs, modificar un dels dos elements i unir-los és el més òptim. Es tracta ara d'avaluar què és el millor: modificar el carro o el cotxet. Tenint en compte el cost econòmic, modificar un cotxet de nadons suposaria un cost molt més elevat que adquirir un nou carro de comprar. Els cotxets de nadons ronden els 400-500€, mentre que el cost dels carros d'anar a comprar pot estar entre 40 i 150€. A més, l'estructura d'un cotxet de nadons mostra ser més complexa que els xassís dels carros.

Per tot l'explicat, el més lògic és fer una adaptació/re-disseny d'un model de carro existent a l'espai i volum disponible i dissenyar unes peces d'acoblament per unir el carro al cotxet. Aquesta opció seria doncs també més econòmica que a l'inrevés.

6.2. Determinació de la disposició dels elements

S'ha d'avaluar quina ha de ser la disposició dels elements, és a dir, si el carro anirà **davant**, al **lateral** o al **darrera** del cotxet. Prèviament en l'apartat 3.2.2 ja s'ha escollit el model *Rider* de la marca Jané [4] com a model de cotxet al que s'adaptarà el disseny.

En el cas que el carro de comprar anés davant del cotxet, la maniobra es portaria perfectament des del cotxet i no caldria allargar ni modificar el mànec d'aquest. Tot i així, com que el cotxet escollit mostra diferents tipus de mòduls i posicions, en alguna d'aquestes posicions el portar el carro al davant no seria el més adient.

Analitzant el model *Rider*, el nadó pot anar en dues posicions, l'una mirant cap al sentit de la marxa i l'altra en sentit oposat, com es mostra a la Figura 7. A més, existeix un mòdul (anomenat Micro) destinat per a nadons recent nascuts que mostra ser com un bressol. Aquest mòdul té un inconvenient i és que ocupa més espai de la part posterior (Figura 8).




Figura 7. Disposició sentit del seient model *Rider* [4]

Aleshores, si la cadira del cotxet es situa mirant endavant, col·locar el carro de comprar just davant del nen no seria correcte ni còmode. En canvi, però si s'utilitza el mòdul Micro, la posició més adient per portar el carro seria davant ja que l'espai al darrera queda força reduït.




Figura 8. Cotxet amb seient normal i amb el mòdul Micro [4]

Així doncs, en primer lloc s'ha de decidir si es dissenyarà un carro pel cotxet amb el mòdul Micro o sense ell. A continuació, en la Taula 10, Taula 11 i Taula 12 s'avaluen detalladament els avantatges i els inconvenients de situar el carro al davant, al darrere o al lateral en cadascuna de les posicions del cotxet: amb la cadira en el sentit de la marxa o en sentit contrari i amb o sense el mòdul Micro.

COTXET AMB MÒDUL MICRO 		
	Avantatges	Inconvenients
Davant	Més espai disponible	Incòmode per realitzar la compra (lluny)
	No s'ha d'ajustar el mànec del cotxet	Dificultat ancoratge perquè el xassís presenta menys barres al davant
	Bona maniobra	Augmenta llargària del conjunt
		Falta de visió i control del carro per l'obstacle de la visera del mòdul Micro
Darrere	Més còmode i fàcil de realitzar la compra	Menys espai
	Control del carro	Possible necessitat adaptació del mànec del cotxet
	Bona maniobra	Augmenta llargària del conjunt
Lateral	No modifica llargària del conjunt	Maniobra dificultada
	No s'ha d'ajustar el mànec del cotxet	Amplada augmentada
		Menys control sobre el carro

Taula 10. Avantatges i inconvenients amb mòdul Micro

COTXET AMB SENTIT DE LA MARXA 		
	Avantatges	Inconvenients
Davant	No s'ha d'ajustar el mànec del cotxet	Incòmode per realitzar la compra (lluny)
	Bona maniobra	Obstaculitza visió i moviment del nen
		Augmenta llargària del conjunt
		Falta de visió i control del carro
Darrere	Més còmode i fàcil de realitzar la compra	Possible necessitat adaptació del mànec del cotxet
	Control del carro	Augmenta llargària del conjunt
	Bon ancoratge	
	Espai suficient	
	Bona maniobra	
Lateral	No modifica llargària del conjunt	Maniobra dificultada
	No s'ha d'ajustar el mànec del cotxet	Amplada augmentada
		Menys control sobre el carro

Taula 11. Avantatges i inconvenients direcció marxa

COTXET AMB SENTIT CONTRARI AL DE LA MARXA		
	Avantatges	Inconvenients
Davant	No s'ha d'ajustar el mànec del cotxet	Incòmode per realitzar la compra (lluny)
	Bona maniobra	Augmenta llargària del conjunt
		Falta de visió i control del carro
Darrere	Més còmode i fàcil de realitzar la compra	Possible necessitat adaptació del mànec del cotxet
	Control del carro	Augmenta llargària del conjunt
	Bon ancoratge	
	Espai suficient	
	Bona maniobra	
Lateral	No modifica llargària del conjunt	Maniobra dificultada
	No s'ha d'ajustar el mànec del cotxet	Amplada augmentada
		Menys control sobre el carro

Taula 12. Avantatges i inconvenients amb sentit contrari al de la marxa

Un cop analitzats els avantatges i els inconvenients, es descarta el model amb el mòdul Micro perquè aquest mòdul és molt voluminós i pràcticament impedeix la incorporació d'un carro ja sigui al davant o al darrere. A més, el mòdul Micro només serveix per a nadons recent nascuts, és a dir, per un termini curt de temps. Al contrari, el model amb el mòdul de cadira de passeig comprèn un període més ampli d'utilització i, per aquests motius, s'ha optat per aquesta selecció.

Els següents passos a realitzar per trobar el disseny final són: realitzar un estudi antropomètric de la llargària dels braços d'una persona per saber a quina distància pot estar aquesta del cotxet i analitzar el volum per saber l'espai disponible pel carro.

6.2.1. Estudi antropomètric de la llargària dels braços d'una persona

La distància a la que es troba l'usuari quan condueix el cotxet és un factor important per dissenyar el prototip del carro i per determinar on es podrà col·locar. Per tal de saber a quina distància es situa la persona, cal realitzar un estudi antropomètric per esbrinar la llargària dels braços. L'espai disponible en la part posterior del cotxet serà llavors determinat.

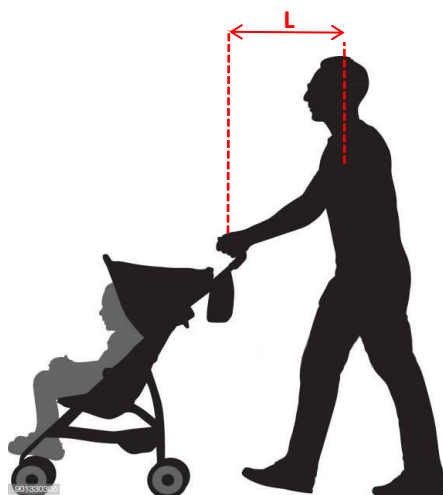


Figura 9. Posició maneig cotxet

En la figura anterior es mostra la posició estàndard. En general, els braços no es porten ni estesos ni encongits del tot.

Segons Rivera, J. (2011) [7] hi ha estudis que estableixen uns angles de confort anomenats *Angles de confort de Grandjean* que especifiquen les disposicions òptimes d'algunes postures. A continuació es mostren els d'extensió de colze i d'extensió d'espatlla:

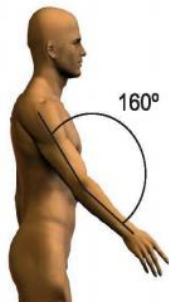


Figura 10. Angle confort extensió colze

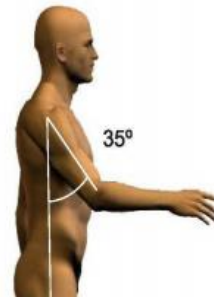


Figura 11. Angle confort extensió espatlla

Amb aquesta informació, es comprova que portar els braços completament estirats no és gens comfortable.

Basant-se en l'estudi antropomètric elaborat per López, M. (2017) [8] es determinen les següents longituds en base a les mesures del percentil del 95%:



Figura 12. Mesures dimensió braç

Dimensió	Mesura (percentil 95%) [mm]
Longitud espatlla-colze	400
Longitud colze-dits	515

Taula 13. Taula amb dimensions del cos

Tot i així, aquestes dades tenen en compte la llargària fins els extrems dels dits de la mà estesa (llargària total = 915 mm). A la pràctica, per valorar la longitud màxima d'adherència d'un objecte amb el braç s'ha de tenir en compte que aquesta és diferent segons el sexe, com es mostra en la següent il·lustració. Es pot veure (si s'inicia des de l'espatlla), la longitud mitjana d'abast en les dones i en els homes.

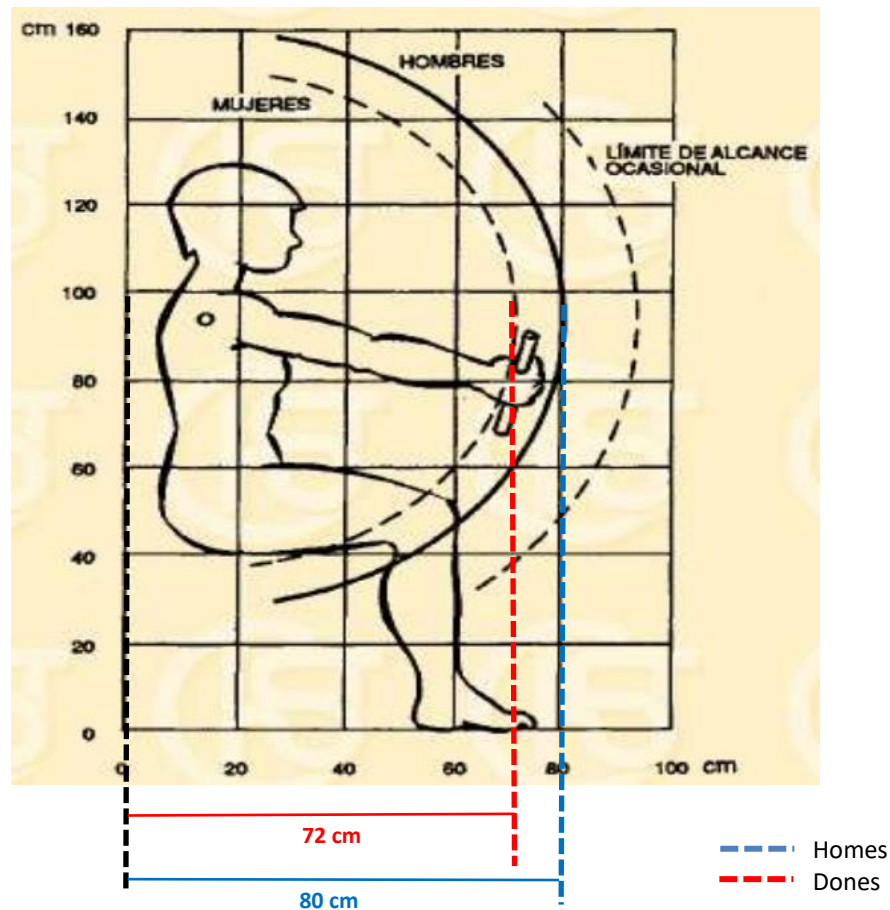


Figura 13. Longitud abast braços homes i dones [9]

En aquesta il·lustració però, els braços es trobarien estirats del tot i, tal com ja s'ha dit, aquesta no és la posició ideal per moure un objecte. Així doncs, s'ha passat a establir una longitud a través d'uns càlculs trigonomètrics amb els angles de confort vistos a les Figura 10 i Figura 11.

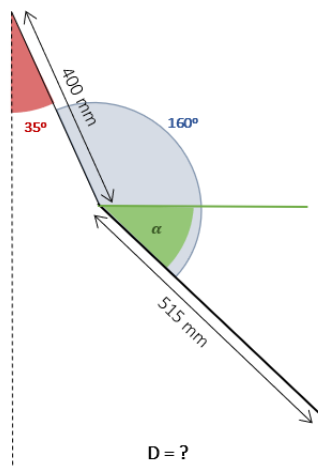


Figura 14. Càlcul trigonomètric distància amb els angles de confort

$$D = 400 \cdot \sin(35^\circ) + 515 \cdot \cos(\alpha) \quad (1)$$

$$\alpha = 160^\circ - 90^\circ - 35^\circ = 35^\circ$$

$$D = 400 \cdot \sin(35^\circ) + 515 \cdot \cos(35^\circ) = 650 \text{ mm}$$

S'estableix una longitud des de l'espatlla fins a l'extremitat de la mà d'uns 650 mm. Aleshores, amb les dades anteriors (Figura 13) es pot establir que la distància horitzontal entre el carro i l'espatlla de l'humà podria estar entre els rangs següents:

Homes: 65 cm - 80 cm
Dones: 65 cm - 72 cm

Taula 14. Mesures longitud braços per abast d'un objecte

6.2.2. Estudi de volum

Per decidir si el carro anirà col·locat al davant, al darrere o al lateral del seient, tenint en compte els avantatges i els inconvenients de les taules anteriors (Taula 10, Taula 11 i Taula 12) addicionalment s'ha realitzat un estudi de volum que és necessari per valorar on seria més convenient col·locar el carro.

Mitjançant el programari SolidWorks s'ha reconstruït el model *Rider* per analitzar exactament on podria posicionar-se l'adaptació del carro. La reconstrucció ha estat elaborada mitjançant imatges i mesures específiques proporcionades per professionals de la casa Jané². Tot i així, no ha estat possible obtenir les mesures exactes de tots els components i s'ha hagut de realitzar alguna aproximació per tal de reconstruir-lo en totalitat (plànols relatius a l'Annex).



Figura 15. Disseny model Rider en 3D a través de SolidWorks (Vista 1)

² Les cotes exactes de cadascun dels components que formen el cotxet no han pogut estar proporcionades donada la situació afectada pel COVID-19 en que l'empresa Jané Group es troba tancada.

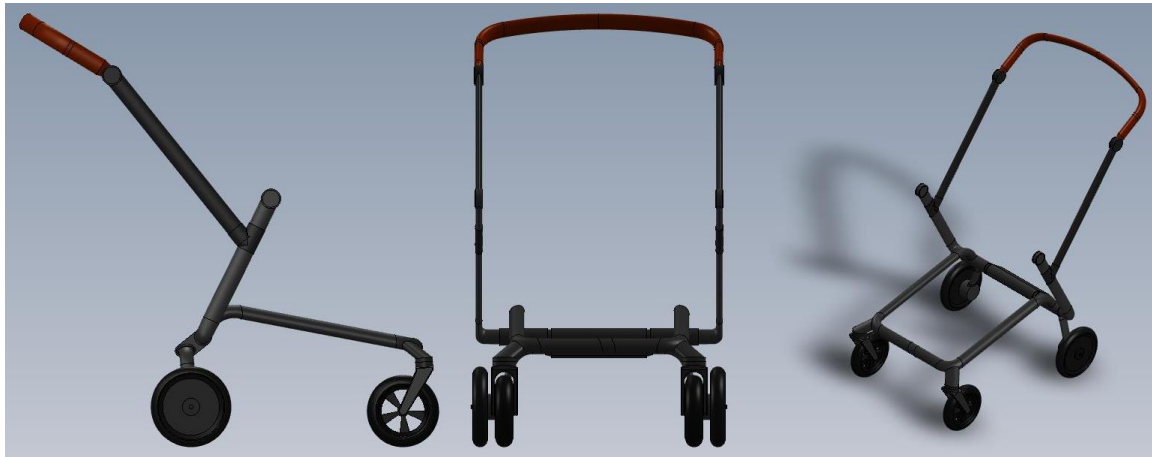


Figura 16. Disseny model Rider en 3D a través de Solidworks (Vista Lateral, Frontal i Isomètrica)

S'ha elaborat un estudi del volum disponible al darrere, al davant i a les parts laterals del cotxet, tenint en compte la posició de l'adult i que aquest no pot trobar-se massa lluny del cotxet. La distància entre l'espatlla de l'humà i el cotxet ha estat determinada en l'apartat anterior sent de 65 cm. A més, s'ha de tenir en compte que el carro (si aquest va al darrere) no pot obstaculitzar el caminar de la persona, pel que s'ha de deixar l'espai suficient per no impedir el moviment. El corresponent estudi ha estat elaborat també mitjançant el programari SolidWorks.

Espai al darrere del cotxet

Tenint en compte la posició determinada de l'humà a la distància establerta, en les següents figures es mostra el volum disponible per col·locar el carro al darrere del cotxe.

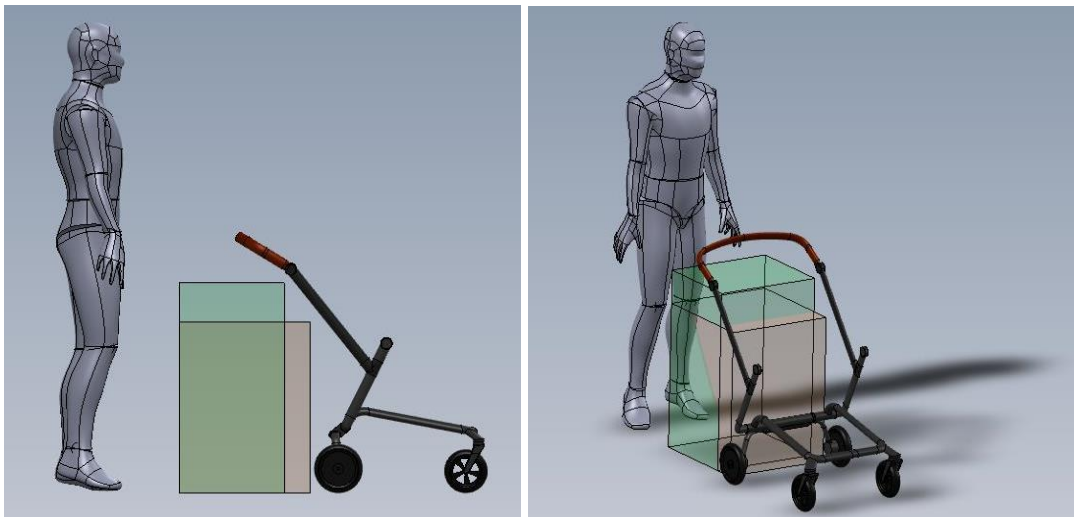


Figura 17. i Figura 18. Estudi volum darrere del cotxet

Es mostra que aquest espai es troba limitat per la disposició de l'usuari i el mànec del cotxet. Tot i així, si l'usuari es col·loca a una distància de 65 cm del mànec, el volum disponible és suficient. Amb aquesta opció, s'optimitzaria molt l'espai del conjunt donat que la llargària no seria massa major que la del cotxet sol. Un altre avantatge és que resulta molt més còmode realitzar la compra tenint el carro just al davant de l'usuari, podent així anar emmagatzemant els productes sense perdre el control del conjunt.

Espai al davant del cotxet

Per altra banda, l'espai disponible a la part davantera del cotxet no té limitació però es recomanaria que el conjunt no mostrés una llargària excessiva perquè això dificultaria el maneig.

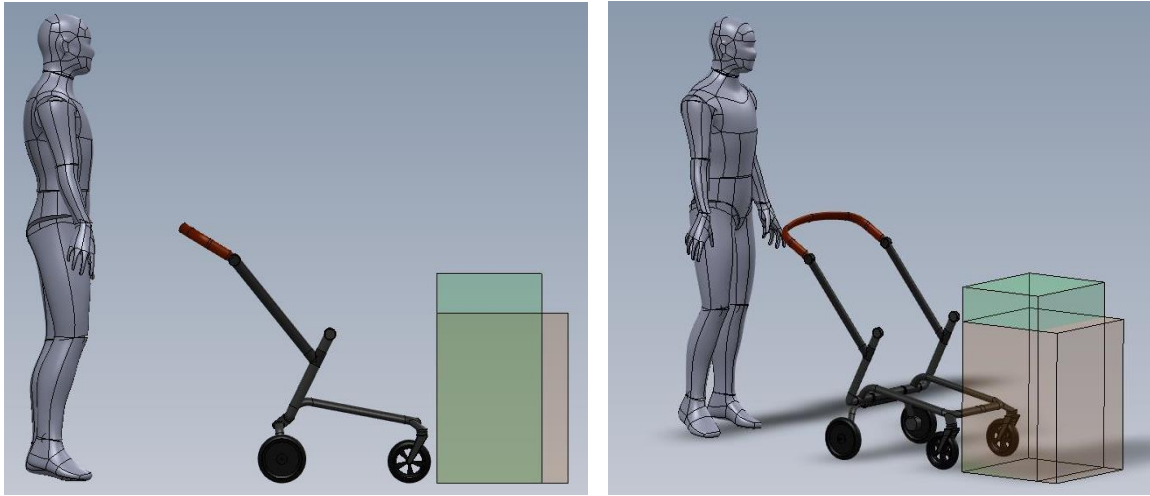


Figura 19 i Figura 20. Estudi volum al davant del cotxet

La persona podria anar més a prop del cotxet sense cap obstacle. Si les rodes davanteres del carro fossin giratòries, aleshores el maneig no es veuria dificultat. Tot i així, es creu que aquesta opció no és la òptima perquè no s'optimitza l'espai i el conjunt seria massa llarg, essent difícil de conduir.

Espai al lateral del cotxet

Una altra alternativa seria situar el carro adaptat en un dels laterals. Actualment existeixen cotxets per a bessons que mostren ser més amples que els models convencionals. En aquest cas, la mobilitat de l'usuari tampoc es veuria afectada i es podria posicionar a la distància que desitges. El principal inconvenient però, és l'amplitud resultant del conjunt. Situar un carro en un dels laterals dificultaria la maniobra del conjunt i s'hauria de fer un estudi específic de l'amplada límit per poder passar per totes les portes i passadissos. Així doncs, el volum del que es disposa als laterals es veu força limitat.

En la taula següent es mostra un resum dels principals avantatges i inconvenients de cada posició: darrere, davant i lateral.

	Avantatges	Inconvenients
Darrere	Optimització de l'espai	Podria obstaculitzar moviment de l'usuari
	No augmenta gairebé la llargària	S'ha d'estudiar que usuari arribi al mànec
	Control dels dos components	Espai limitat
	Compra més còmode	
Davant	Espai il·limitat	Augmenta llargària conjunt
	No obstaculitza moviment de l'usuari	Dificulta maneig conjunt
		No control òptim del conjunt
Lateral	No augmenta llargària del conjunt	Espai força limitat
	No obstaculitza moviment de l'usuari	Dificulta maneig conjunt
		Augmenta amplada conjunt

Taula 15. Avaluació posicions

En la següent figura es mostra el volum dels prismes utilitzats per realitzar l'estudi en 3D:

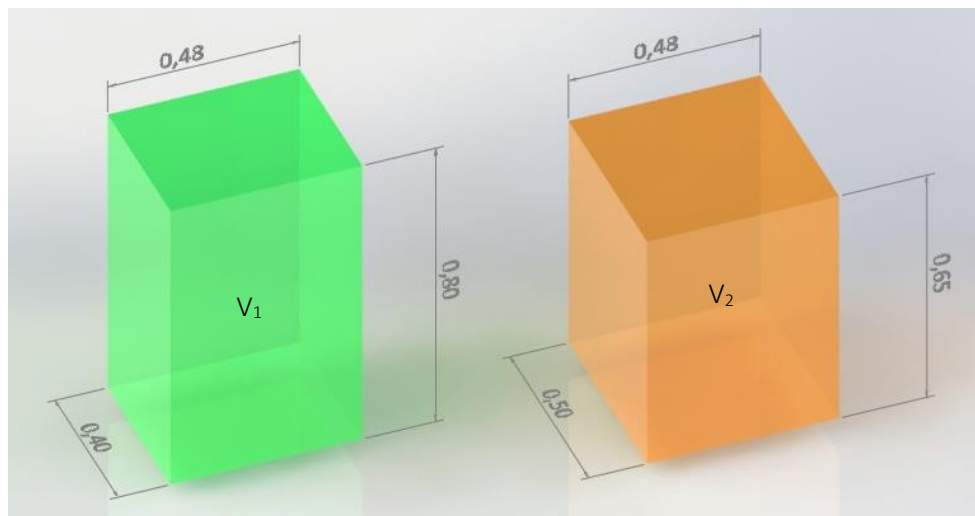


Figura 21. Mides volum disponible [m]

$$V_1 = 0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,48 = 0,1536 \text{ m}^3 = 153,6 \text{ L}$$

$$V_2 = 0,5 \cdot 0,65 \cdot 0,48 = 0,156 \text{ m}^3 = 156 \text{ L}$$

El volum disponible³ al darrera podria arribar a ser de **156 L**.

³ Aquest volum no correspondria al volum de la capacitat del carro, sinó al volum total que aquest ocuparia. El volum d'emmagatzematge del carro ve determinat en apartats posteriors.

Per tot l'anàlisi fet, es decideix que el carro **serà posicionat al darrere** per les raons següents:

- Optimització de l'espai disponible
- Millor maniobra del conjunt
- Volum suficient
- Realització de la compra de manera més còmode
- Control d'ambdues parts (cotxet i carro)

Els inconvenients de portar doncs el carro al darrere intentaran ser considerats en el disseny de l'objecte.

6.3. Per on es conduirà el conjunt?

Un cop decidit que el carro es situarà a la part del darrere del cotxet, s'ha de decidir per on es conduirà el conjunt. Hi ha dues opcions: pel mateix mànec del cotxet, o per un mànec addicional adaptat.

A l'hora d'avaluar aquestes dues opcions, s'ha de tenir en compte un aspecte primordial com és la seguretat del nadó. El nadó es trobarà molt més segur si el conjunt es dirigeix pel mànec del cotxet que per un d'addicional perquè, en aquest cas, si el sistema d'ancoratge fallés, posaria en perill la seguretat del nadó. A més, en el model *Rider* el fre de seguretat es troba en el mànec, per tant, amb un d'addicional, no seria possible poder accedir de manera eficaç al fre en una situació de perill.

Per altra banda, no acoblant un mànec addicional, s'ha d'avaluar si la longitud d'aquest és suficient o si és necessari incorporar una extensió d'aquest component per tal que no sigui difícil el seu abast.

Amb l'estudi de volum elaborat en l'apartat anterior (6.2.2) es pot analitzar si caldria una extensió del component o no. Es sap que la persona es podria situar a una distància⁴ de 650 mm del cotxet.

⁴ Distància normal entre el pla vertical de l'espatlla i el pla del mànec del cotxet.

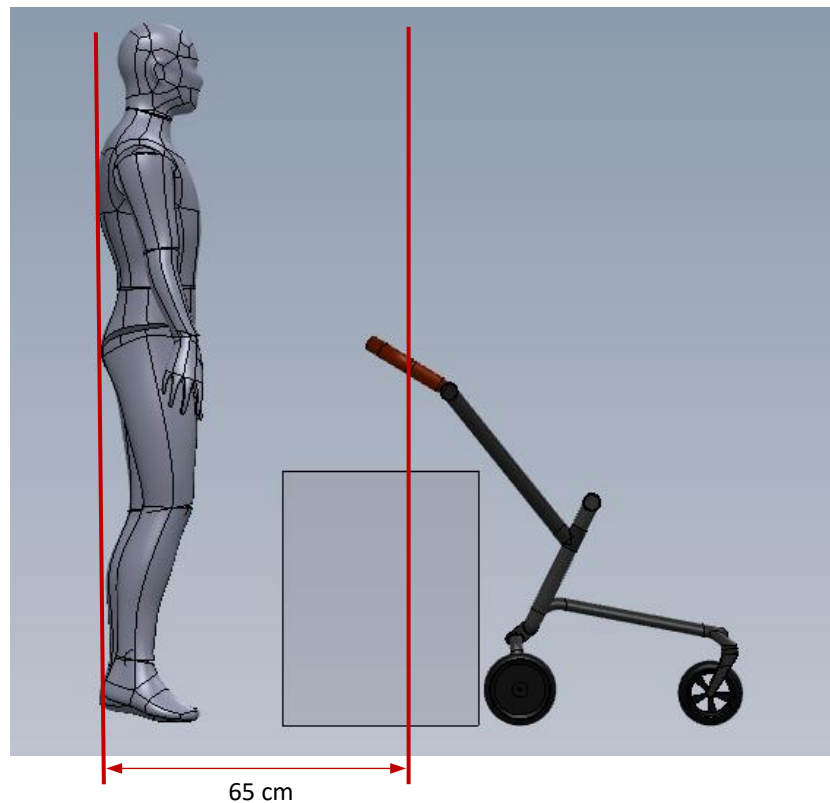


Figura 22. Posició humà respecte carro

Com es mostra en la figura anterior, es pot observar que si l'humà es posicionés a la determinada distància de 65 cm del cotxet, el volum del carro⁵ cabria sense cap inconvenient en l'espai entre la persona i el cotxet. És a dir, el maneig del cotxet no es mostraria condicionat per afegir el carro al darrere. Es podria dirigir el conjunt a partir del mànec del cotxet sense la necessitat d'allargar-lo.

Resumint, per tot l'estudi fet fins ara, s'ha decidit que el carro serà posicionar al darrere i que el conjunt podrà ser maniobrat a partir del mateix mànec del cotxet.

6.4. Elecció del pre-disseny

Per tal d'arribar al disseny final del carro s'ha de tenir en compte diferents factors:

- Les necessitats i demandes per part de l'usuari
- El volum disponible entre el cotxet i la persona
- La facilitat del maneig
- La possibilitat d'ancoratge al cotxet

Per això, s'ha cregut que, per arribar a un disseny òptim, és convenient partir de l'anàlisi de dissenys existents i després poder adaptar el disseny escollit a les necessitats i volum disponible. Existeixen infinits models de carros però, tal i com s'ha comentat en l'apartat 3.3, s'ha optat per basar-se en els carros més utilitzats que són els mostrats en les següents figures:

⁵ Volum considerat el del prisma de 156 L.



Figura 23. Model carro Play We Go [11]



Figura 24. Model carro Rolser [9]

El mostrat en la Figura 24 mostra una disposició més estreta i més llarga i, per contra, el de la Figura 23 és més profund i menys alt. Ambdós carros són comuns i usats entre la població.

Nom del model	Rolser Termo Zen 4L [9] 	Play We Go [11] 
Mides	Alçada: 105,5 cm Amplada: 41 cm Llargària: 32 cm	Alçada: 97 cm Amplada: 48 cm Llargària: 68,5 cm
Capacitat	43L	50L
Pes	2,86 kg	4,7 kg
Plegable	Si	Si
Rodes	4 ⁶	4

Taula 16. Característiques models carros

Com es pot veure, no existeixen grans diferències entre ambdós models. A més, com que el mànec del carro no es trobaria inclòs en el disseny i el conjunt es dirigiria pel mànec del cotxet, no hi hauria conflicte d'espai en cap dels dos models.

El model Rolser vertical [10], al mostrar una disposició més llarga i estreta sembla que podria ser més adient per posicionar-lo al darrera del cotxet. Tot i així, al ser tant llarg, un dels inconvenients que mostraria és que introduir els productes al carro i alhora seguir aguantant el mànec del conjunt pot resultar incòmode.

Per contra, el carro Play We Go [11], al mostrar un disseny més llarg però de menys profunditat vertical, seria més adient per l'objectiu del conjunt. El model de la Figura 23, a més, per la seva estructura del quadre superior, es facilitaria l'ancoratge al cotxet (Figura 26). A diferència, el model vertical mostra una estructura a la qual seria més complex poder adaptar un ancoratge (Figura 25)⁷.

⁶ Existeixen models verticals de 2 rodes.

⁷ Tenint en compte que el mànec del carro seria eliminat en el disseny que es proposaria ja que el conjunt serà manejat pel mànec del cotxet.

Per aquestes raons, s'ha decidit basar-se en el disseny del model Play We Go de la marca Playmarket [11] per tal d'assolir el disseny propi.



Figura 25. Estructura xassís carro vertical de Rolser [10]




Figura 26. Estructura xassís carro Play We Go de Playmarket [11]

A continuació es presenta una avaluació de si el model compleix o no amb les necessitats establertes en l'apartat 5 (Taula 8). Cada necessitat ha estat avaluada segons la següent classificació:

	No compleix la necessitat
	Es desconeix si compleix la necessitat
	Compleix la necessitat en poca mesura
	Compleix totalment la necessitat

Taula 17. Llegenda avaluació necessitats

CARRO PLAY WE GO						
Descripció: Carret plegable de plàstic amb 4 rodes a cada un dels extrems inferiors. Destaca pel seu disseny pràcticament quadrat que permet que la bossa s'obri totalment i així es puguin col·locar els productes ordenadament.						
Necessitat		Avaluació	Necessitat		Avaluació	
N1	Acoblable al cotxet		N9	Material reciclable		
N2	Lleuger		N10	Procés fabricació ràpid		
N3	Plegable		N11	Procés fabricació amb cost reduït		
N4	Resistent		N12	Atractiu/estètic		
N5	Capacitat		N13	Innovador		
N6	Econòmic		N14	Fàcil de transportar		
N7	Fàcil de maniobrar		N15	Vida útil llarga		
N8	Material no contaminant		N16	Independent		

Taula 18. Avaluació necessitats model escollit

Com es pot observar, la majoria de les necessitats es compleixen en el model escollit i les que no, s'intentaran complir. Es realitzarà una avaluació definitiva del disseny final en l'apartat 10.

7. Disseny de detall

Un cop decidit el model en el que es basa el disseny final del prototip, es passa a analitzar les parts d'aquest objecte i a elaborar el modelatge en detall. En aquest procés es té en compte els aspectes següents:

- Volum disponible entre el cotxet i l'usuari
- Maniobrabilitat del conjunt
- Acoblament al cotxet: fàcil i segur

Per tal d'elaborar el disseny del carro s'ha utilitzat el programari SolidWorks. S'ha analitzat l'espai disponible i s'han adaptat les mesures reals⁸ del carro Play We Go de la marca Playmarket [11] a aquest espai. Així doncs, es tracta d'una modificació del model real.



Figura 27. Mesures generals del Play We Go [11]

S'ha elaborat el model de l'estructura (xassís) adaptat al volum disponible. Els plànols específics d'aquest conjunt es mostren a l'Annex.

⁸ Les mesures de cadascuna de les barres no han pogut estat proporcionades donat que la firma es trobava tancada de forma temporal per la situació del COVID-19. Les mesures generals d'alçada, amplada i llargada sí que són les reals.



Figura 28 i Figura 29. Modelatge en 3D del carro

A continuació es mostren els renders en 3D de com quedaria la distribució d'ambdós elements. A partir d'aquesta distribució, es tracta de dissenyar l'acoblament entre els dos.



Figura 30. Distribució 3D ambdós elements



Figura 31. Vista lateral distribució 3D ambdós elements

En les figures anteriors s'observa que el mànec del carro podria obstaculitzar el maneig del conjunt. Per aquesta raó, a continuació es mostra amb més detall el disseny del carro amb la posició del mànec plegat, idea adaptada del model de la marca Playmarket [11].



Figura 32. Manillar plegable del model Play We Go de Playmarket [11]

Així es mostra el disseny del carro amb la disposició del mànec plegat.



Figura 33 i Figura 34. Modelatge en 3D del carro amb el mànec plegat

En les següents imatges es mostra com amb el manillar plegat no hi ha cap dificultat en la conducció del conjunt. A més, amb l'usuari situat a 65 cm, el volum global ocupat pel carro tampoc dificulta el moviment de la persona.



Figura 35. Modelatge en 3D del conjunt amb el mànec plegat

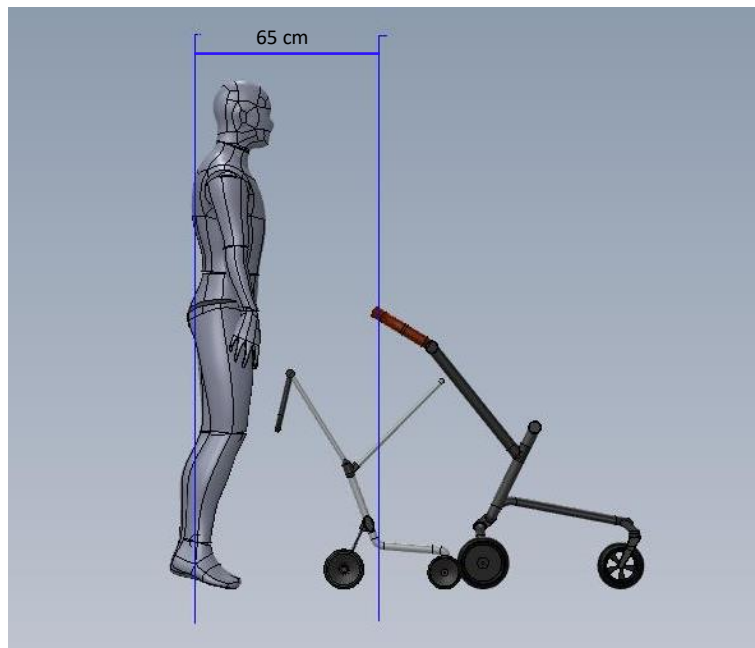


Figura 36. Modelatge en 3D del conjunt amb el mànec

7.1. Posició de l'ancoratge

Un aspecte clau a tenir en compte és per on aniran units el carro i el cotxet. Per tal de dissenyar un ancoratge òptim primer cal definir on anirà posicionat. Existeixen diferents parts per les quals es poden unir ambdós objectes.

En les següents imatges s'indiquen les diferents parts de cadascun dels dos elements per així poder descriure amb més exactitud les opcions d'unions factibles.

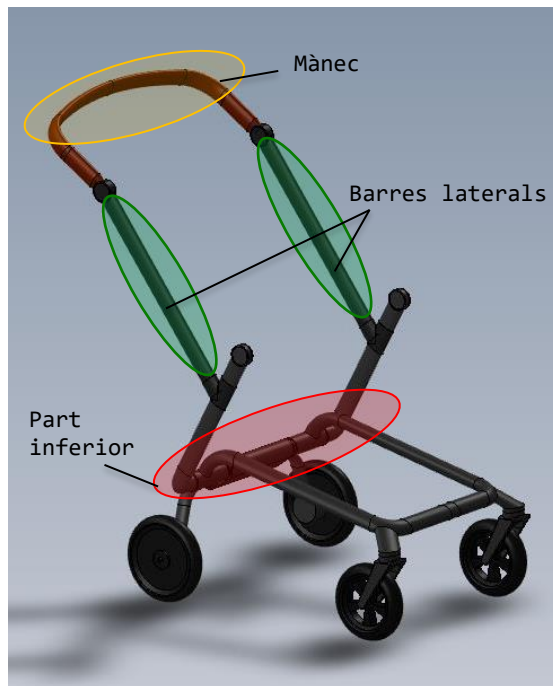


Figura 37. Designació parts cotxet

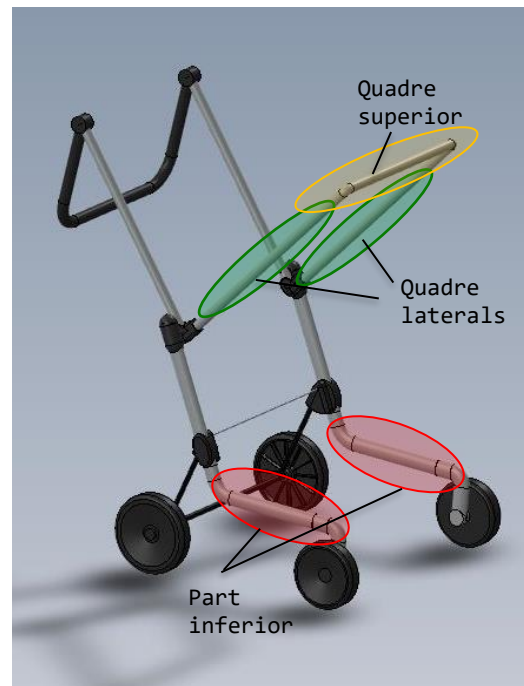


Figura 38. Designació parts carro

Un cop analitzades, es proposen diverses posicions d'ancoratge entre les dues peces. L'objectiu és intentar tenir el nombre mínim de punts d'unió entre ambdós elements, per així facilitar tant la fabricació com l'ús. Existeixen moltes possibilitats, però les que presenten una solució més òptima i s'adapten a la posició en que es troben els elements, es consideren a continuació.

PROPOSTA 1		Unió al cotxet		
		Mànec	Part inferior	Barres Laterals
Unió al carro	Quadre superior			
	Part inferior			
	Quadre laterals			

Taula 19. Proposta 1 d'ancoratge

PROPOSTA 2		Unió al cotxet		
		Mànec	Part inferior	Barres Laterals
Unió al carro	Quadre superior			
	Part inferior			
	Quadre laterals			

Taula 20. Proposta 2 d'ancoratge

PROPOSTA 3		Unió al cotxet		
		Mànec	Part inferior	Barres Laterals
Unió al carro	Quadre superior			
	Part inferior			
	Quadre laterals			

Taula 21. Proposta 3 d'ancoratge

PROPOSTA 4		Unió al cotxet		
		Mànec	Part inferior	Barres Laterals
Unió al carro	Quadre superior			
	Part inferior			
	Quadre laterals			

Taula 22. Proposta 4 d'ancoratge

PROPOSTA 5		Unió al cotxet		
		Mànec	Part inferior	Barres Laterals
Unió al carro	Quadre superior			
	Part inferior			
	Quadre laterals			

Taula 23. Proposta 5 d'ancoratge

PROPOSTA 6		Unió al cotxet		
		Mànec	Part inferior	Barres Laterals
Unió al carro	Quadre superior			
	Part inferior			
	Quadre laterals			

Taula 24. Proposta 6 d'ancoratge

En cadascuna de les propostes cal avaluar que la unió sigui còmode, que no impedeix el maneig del conjunt i sobretot que es tracti d'una proposta segura amb una unió sòlida.

PROPOSTA 1

La primera de les propostes planteja l'opció d'unir ambdós elements per la **part superior**, és a dir, ancorar el quadre superior del carro al mànec del cotxet amb una peça específica. Aquesta primera solució sembla que podria presentar bons resultats i només caldria una sola peça per unir ambdós elements. Tot i així, es tracta d'una proposta no gaire sòlida i poc segura. En el cas de presentar-se un terreny inclinat o amb obstacles com podria ser un esglaó, si la unió és només per la part superior, es podrien separar les rodes dels dos components i provocar un bolcat. Per aquesta raó, aquesta primera proposta no seria l'òptima.

PROPOSTA 2

En la segona opció es proposa realitzar un ancoratge per la **part inferior** d'ambdós elements. La unió per la part baixa podria dur-se a terme mitjançant 1 o 2 elements. Aquesta proposta podria donar problemes de separació de la part superior en algun moviment de maniobrat i no es podria garantir total seguretat. En el cas de trobar-se amb un obstacle, aquesta opció és més òptima que l'anterior, ja que al estar la part baixa unida, aquesta no es separaria.

PROPOSTA 3

En tercer lloc, es troba la proposta d'unir ambdós elements per la **part lateral**, és a dir, pel quadre lateral del carro i les barres laterals superiors del cotxet. Aquesta comportaria la necessitat de dues unions, una a cada lateral. Com que les barres són força llargues, s'hauria de decidir si és més oportuna la unió per la part superior de les barres laterals o per la inferior. Una altra opció seria fer la unió per la part mitja de les barres, així es podria evitar el risc de bolcat.

Les tres propostes anteriors consisteixen en un ancoratge per una sola zona d'unió, però totes tenen un risc de separació o bolcat. Per aquest motiu, es considera que seria més oportú fixar dues zones d'unió per realitzar una annexió més ferma entre ambdós elements. Si el carro transporta força pes i el conjunt es troba en algun terreny amb pendent, s'ha d'assegurar una bona unió que no afecti a la seguretat del nadó i evitar el desacoblament. Per aquesta raó, les tres propostes següents mostren opcions amb dos o tres punts d'unió.

PROPOSTA 4

Es proposa una doble unió: l'una per la **part superior** i l'altra per la **part inferior**. És a dir, serien necessàries dues peces d'unió. Es tractaria doncs d'una solució factible pel fet que es resolarien els inconvenients trobats anteriorment i es proporcionaria una unió més ferma. Tot i així, una unió superior pel mànec no és el més idoni per l'usuari, ja que obstaculitza, en part, l'adherència del mateix i l'ús del fre.

PROPOSTA 5

Consisteix en l'opció d'unir el conjunt també per dos punts però, en aquest cas, s'efectuaria per la **part inferior** i per les **barres laterals**. Sembla també una bona proposta perquè seria una unió força sòlida i amb estabilitat proporcionada per les unions laterals. L'únic inconvenient és que caldrien tres elements d'unió, un per a cada lateral i un per la part inferior.

PROPOSTA 6

L'última proposta contempla l'opció d'unir el conjunt també per dos punts: per la **part superior** (mànec del cotxet i quadre superior) i per les **barres laterals**. No presenta masses avantatges respecte a la Proposta 1, donat que la part inferior no queda unida. És cert que al presentar dues zones d'unió, l'ancoratge seria més ferm que el de la Proposta 1. També caldrien 3 elements d'unió: un per la part superior i dos per les barres laterals.

Un cop analitzades les propostes en detall, a continuació es mostra una taula resum on es mostren les característiques més rellevants.

PROPOSTA	Zona/es unió	Núm. elements unió	Seguretat unió ⁹	Inconvenient principal
1	Part superior	1	1	Separació part inferior
				Obstacle accés al fre
				No massa estabilitat
2	Part inferior	1	2	Separació part superior
3	Laterals	2	2	Separació part inferior
4	Part superior i part inferior	2	2	No massa estabilitat lateral
				Obstacle accés al fre
5	Part inferior i laterals	3	3	3 elements d'unió
6	Part superior i laterals	3	2	No unió inferior
				3 elements unió
				Obstacle accés al fre

Taula 25. Taula resum propostes unió

La decisió final ha estat basada en la seguretat del conjunt. L'impediment d'accés al fre de seguretat ha fet descartar les propostes amb ancoratge al mànec del cotxet. La PROPOSTA 5, al presentar la major seguretat d'unió, ha estat l'escollida. Aquesta opció mostra l'inconvenient d'haver d'incorporar tres elements d'unió però dos d'ells seran iguals en posició simètrica (unions laterals).

⁹ Seguretat de la unió valorada amb els valors de 0 a 3, on 0 mostra una seguretat nul·la i 3 una seguretat òptima.

7.2. Descripció de la peça

Com la decisió presa en l'apartat anterior ha estat l'ancoratge per dues zones: **barres laterals i part inferior**, en aquest apartat es presenten els projectes de les peces dissenyades. Es tracta de tres peces: dues destinades a unir les barres laterals, que són la mateixa però en posició simètrica, i una destinada a unir la part inferior.

Per tal d'arribar al disseny definitiu de les peces d'ancoratge, ha calgut avaluar detingudament la posició a la que es desitja mantenir els dos components i la forma de les estructures d'ambdós elements.



Figura 39. Disseny final d'ancoratge del conjunt

En la figura anterior es mostra com queda el conjunt final unit per les peces que es descriuen en detall a continuació.

7.3. Ancoratge inferior

La proposta d'unió inferior mostra ser una única peça que proporciona un anellatge fix i segur entre ambdues peces. El disseny ha estat elaborat mitjançant el programari SolidWorks i en tot moment s'ha tingut en compte tant les cotes com les relacions de posició estudiades en capítols anteriors.

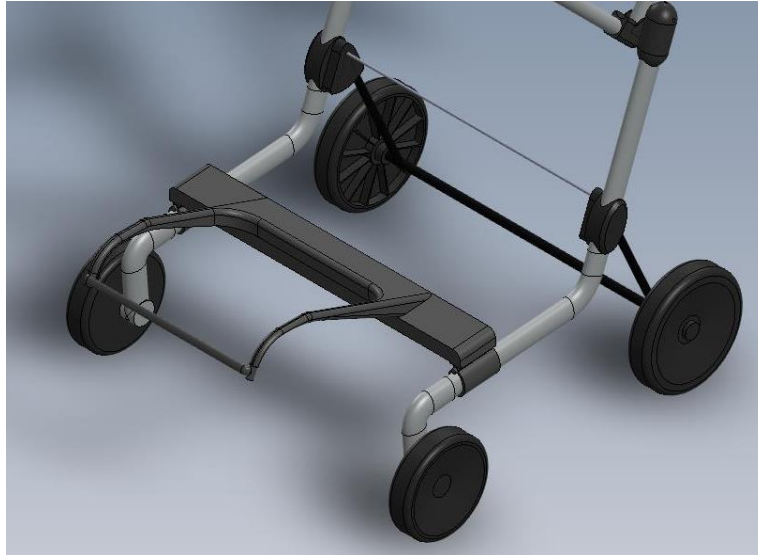


Figura 40. Acoblament de la peça al xassís del carro

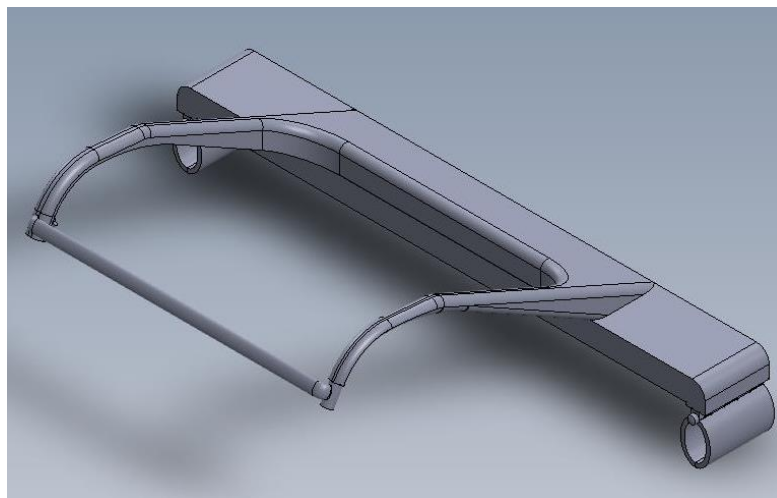


Figura 41. Disseny en 3D de la peça d'unió inferior

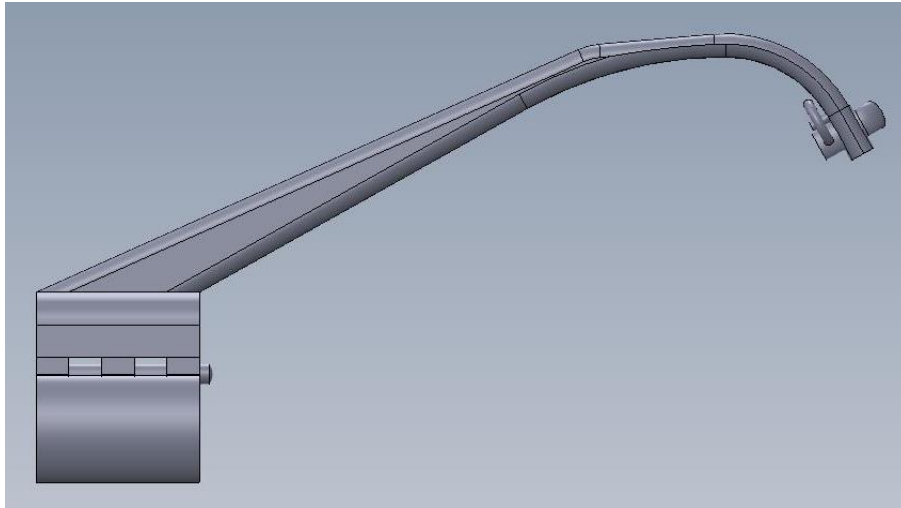


Figura 42. Disseny en 3D de la peça d'unió inferior (vista lateral)

La peça proposada presenta els següents elements a destacar:

Frontisses

Després d'avaluar diferents possibilitats per fixar la peça als dos components, es considera que el més idoni és fer ús de frontisses. Proporcionen l'ancoratge a la part inferior del xassís del carro i permeten que la peça es pugui acoblar i desacoblar. La forma de les frontisses ha estat adaptada a les barres del xassís de la part inferior del carro per proporcionar una bona fixació un cop aquestes es troben en posició tancada.

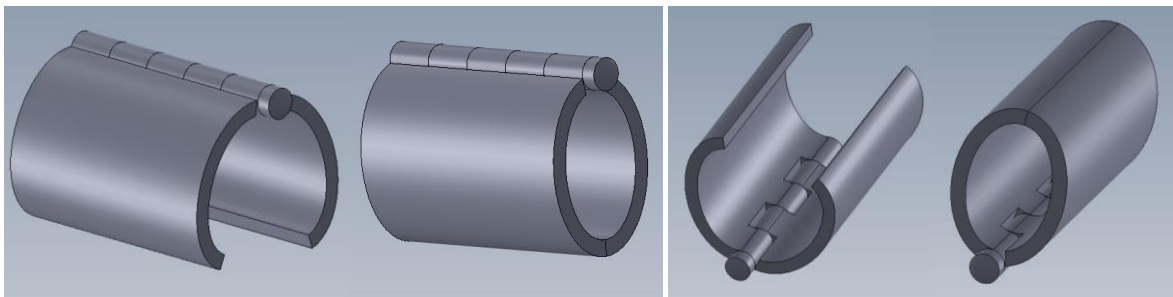


Figura 43. Disseny de les frontisses

En les figures següents es mostra com s'estableix la fixació al carro a través de les frontisses esmentades:

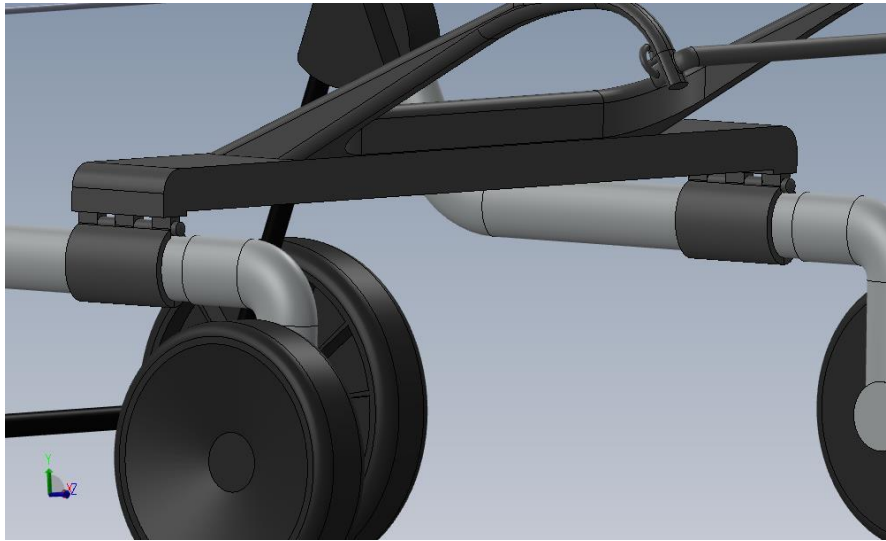


Figura 44. Vista de l'acoblament mitjançant les frontisses a la part inferior del carro

Peça central d'unió amb barres inclinades

Aquest suport proporciona una unió ferma entre els dos elements. Tant l'amplada de la peça central com la llargària i inclinació de les barres han estat calculades amb precisió per tal que la distància entre el cotxet i la persona sigui l'especificada (65 cm) i no s'impedeixi la mobilitat de cap dels dos elements, és a dir, que el moviment de les rodes no s'obstaculitzi (Figura 46).

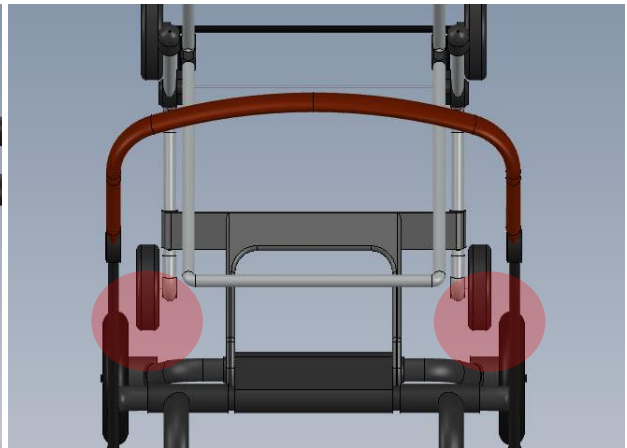
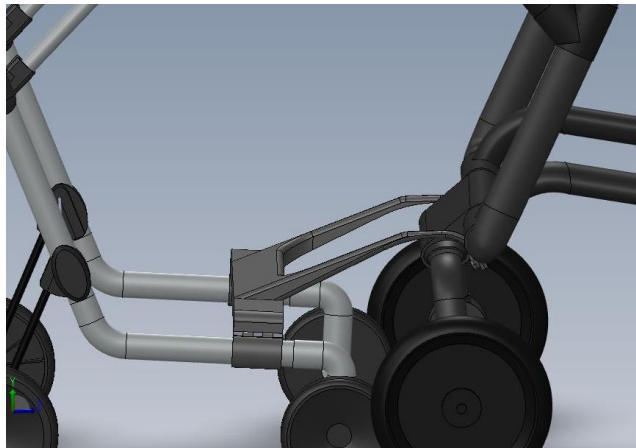


Figura 45 i Figura 46. Peça unió central

Fixació a la part superior de la peça

Proporciona la fixació i ancoratge amb la part inferior del xassís del cotxet. Dissenyar un mecanisme que pogués ser acoblat i desacoblat de la part inferior del xassís del cotxet ha estat un procés més complex. L'estructura inferior del cotxet mostra una peça central i unes barres d'unió a les rodes. Per tal de garantir un ancoratge ferm i segur, s'ha cregut que el més idoni és realitzar una fixació a la peça central (Figura 49).



Figura 47. Vista lateral peça unió central

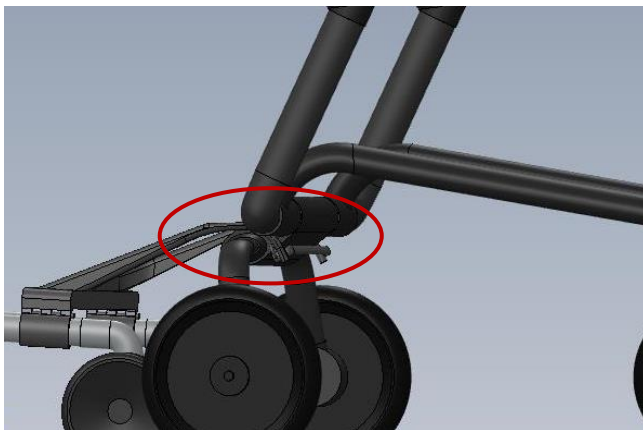


Figura 48. Acoblament peça al cotxet

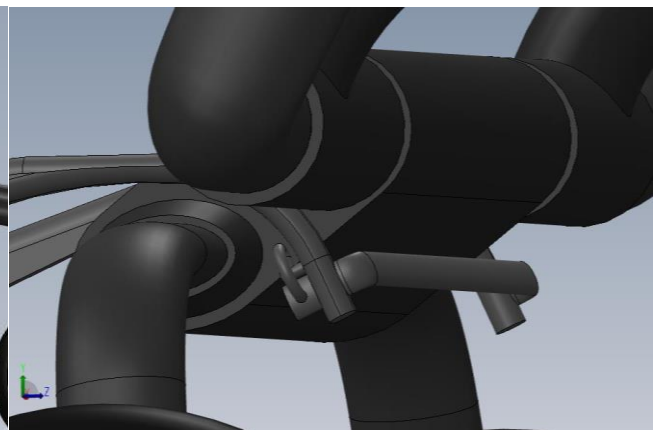


Figura 49. Fixació inferior al cotxet

El mecanisme ha estat dissenyat amb la finalitat de poder ser acoblat i desacoblat del cotxet amb el mecanisme descrit a continuació:

1. La barra 1 (Figura 50) pot ser oberta i tancada gràcies al sistema giratori. D'aquesta manera es permet que el component pugui ser inserit a la part inferior del cotxet quan la barra es troba oberta i, aleshores, aquesta al tancar-se, fa la funció d'una abraçadora del conjunt.
2. Un cop es té la Barra 1 tancada introduïda en l'orifici, cal un sistema de fixació que mantingui aquesta en posició tancada. El disseny d'aquest mecanisme s'ha dut a terme mitjançant una barra circular que, introduint-se en un orifici, mantindria el conjunt fixe tancat. A continuació es mostra el pas a pas de la fixació de la Barra 1 per obtenir la posició de tancat.

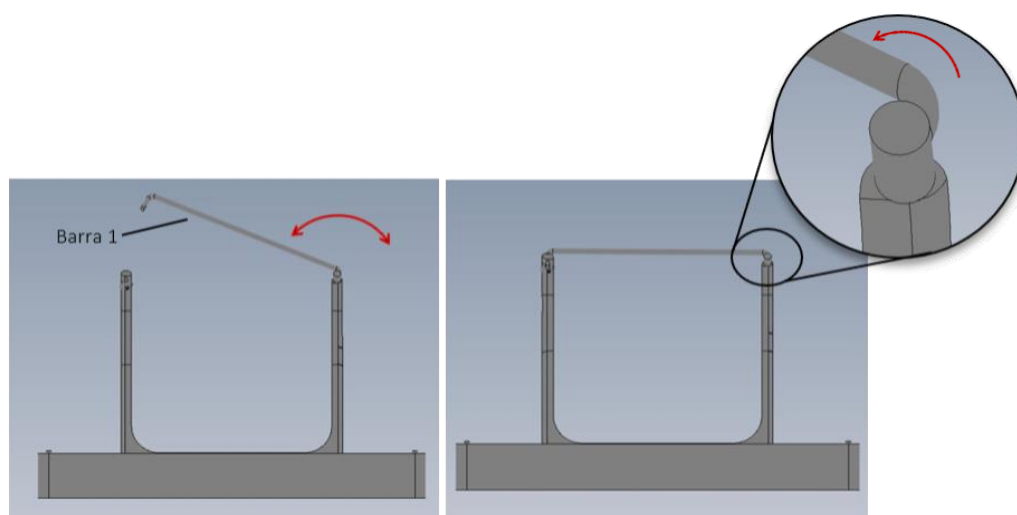


Figura 50. Mecanisme de tancat Barra 1

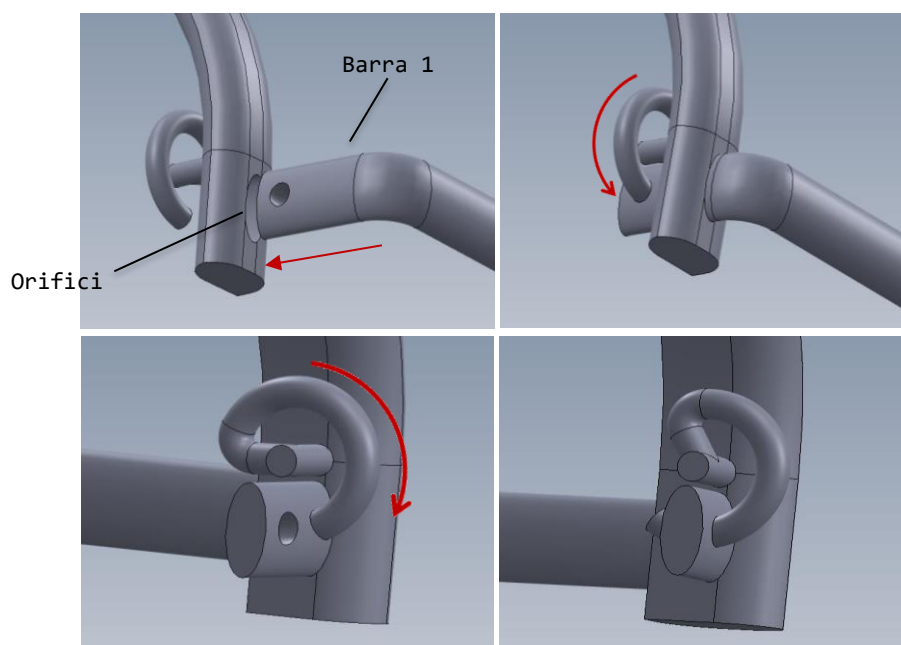


Figura 51. Mecanisme de fixació tancament Barra 1

7.4. Ancoratge lateral

El mecanisme d'unió lateral dissenyat dona estabilitat i seguretat al conjunt.

Les peces han estat dissenyades tenint en compte les cotes i mides de les estructures dels xassís dels dos objectes (carro i cotxet).



Figura 52. Peces unió laterals en el conjunt

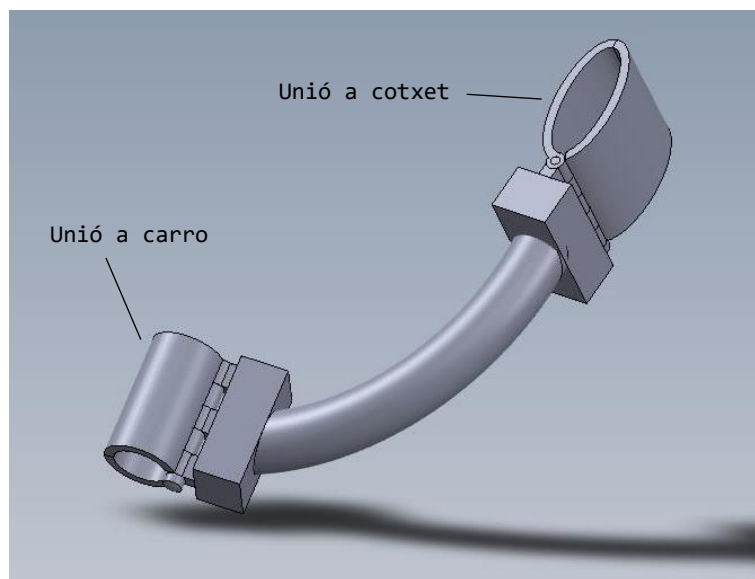


Figura 53. Peça d'unió lateral

Aquesta peça està formada pels següents elements: frontisses, suports i barra d'unió.

Les frontisses són similars a les de la unió inferior però, en aquest cas, es necessiten dues, una per la unió amb el carro i una altra per el cotxet. Les seccions d'adherència en casa cas són circular i el·líptica respectivament (seguint la forma de la secció de les barres a les que s'adhereixen). Amb el mecanisme de les frontisses es permet que els objectes puguin ser acoblats i desacoblats amb facilitat.

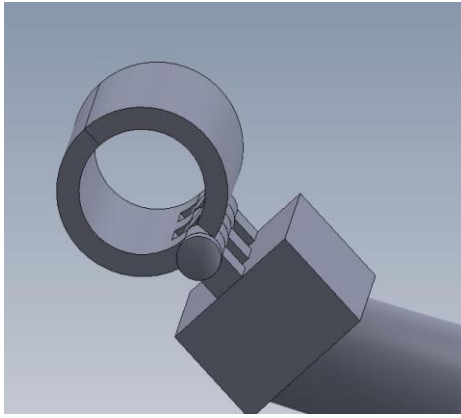


Figura 55. Frontissa adherència a carro

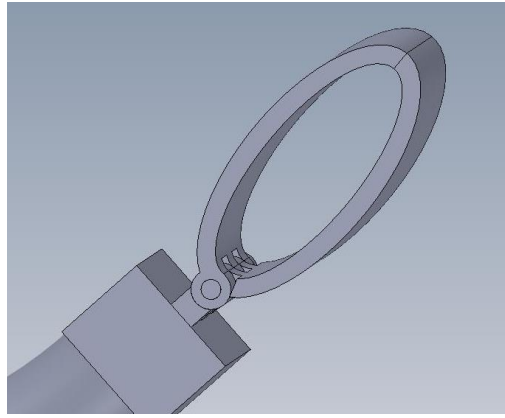


Figura 54. Frontissa adherència a cotxet

Tant el suport com la barra tenen la funció de determinar la distància en la que es posicionaran els dos objectes. El seu disseny, per tant, ha estat calculat d'acord amb aquest paràmetre, tenint en compte que no s'obstaculitzés el gir de les rodes.



Figura 56 i Figura 57. Distribució final del conjunt unit amb la posició de l'usuari

Amb els ancoratges dissenyats es pot veure que la distància a la que es posiciona l'usuari no queda impedida ni obstaculitzada. A les imatges anteriors es mostra el conjunt ancorat amb la correcte posició de l'usuari (65 cm del mànec del cotxet).

7.5. Capacitat d'emmagatzematge del carro

Un cop dissenyada l'adaptació del carro en el volum disponible, s'estudia quina és la capacitat d'emmagatzematge disponible. El model escollit Play We Go [11] té una capacitat de 50 L.

A continuació es calcula el volum disponible del carro dissenyat:

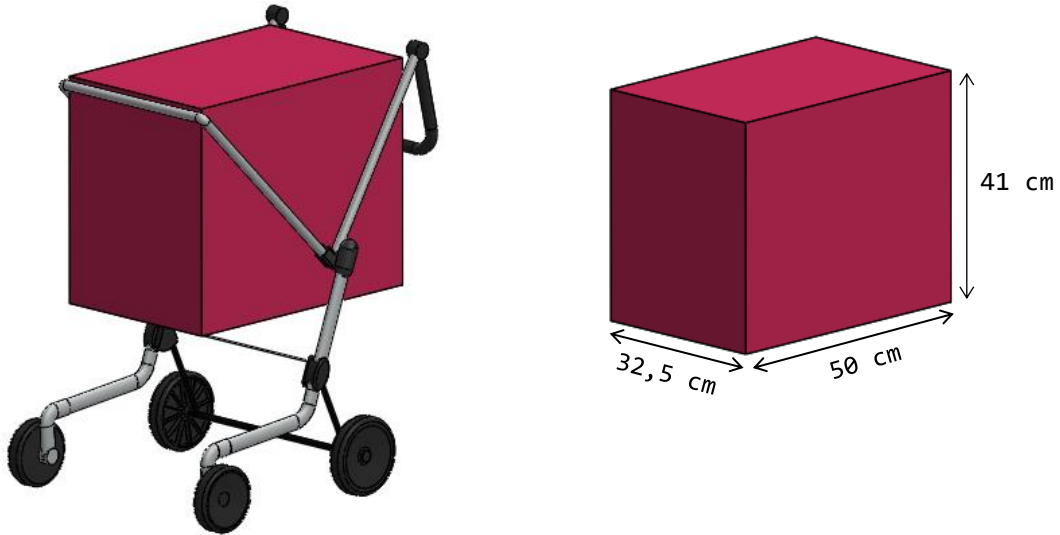


Figura 58. Càlcul capacitat emmagatzematge carro

$$V = 32,5 \cdot 50 \cdot 41 = 66625 \text{ cm}^3 = 66,625 \text{ L}$$

Per tant, la capacitat d'emmagatzematge de la nova adaptació és superior a la del model original, donant així compliment a l'especificació de la capacitat d'emmagatzematge.

8. Fabricació

8.1. Selecció dels materials

És necessari escollir el material idoni tant per la fabricació de l'estructura del carro com per les peces d'unió entre aquest i el cotxet.

Diferents aspectes han de ser considerats a l'hora d'escollir els materials òptims. És imprescindible que siguin el menys contaminants possible i que siguin reciclables. A més, han de ser econòmics i lleugers però alhora resistents.

Els objectius a complir principalment pels materials són:

- Minimització dels residus
- Minimització dels costos
- Fabricació senzilla
- Resistent
- Lleuger

8.1.1. Material de l'estructura del carro

Els carros de la compra de les diferents marques existents en el mercat, estan fabricats amb materials molt semblants. En general, el xassís és d'alumini, aliatges d'alumini o d'acer, les rodes són de plàstic resistent amb un recobriment de goma i la bossa sol ser de microfibra o polièster.

Al tractar-se d'una adaptació del carro de Playmarket [11], els materials no seran seleccionats sinó que seran els utilitzats en el model referent¹⁰. El que sí que s'analitzarà detingudament serà el material per a la fabricació de les unions o ancoratges.

Barres d'alumini o d'aliatges d'alumini



En general, les estructures dels carros existents solen ser o bé d'acer o bé d'alumini. Aquests materials tenen bons comportaments a l'hora de resistir esforços estàtics de tracció i compressió.

L'alumini i els seus aliatges destaquen per la seva lleugeresa i resistència a la corrosió. Les propietats del metall pur milloren en gran mesura quan aquest es troba en forma d'aliatge i, malgrat que l'alumini no és tant resistent com l'acer, és uns tres cops més lleuger (Taula 26). Principalment per aquest motiu, és el material escollit per les empreses per a fabricar els xassís dels carros.

¹⁰ Donada la situació global de pandèmia del COVID-19 l'empresa Playmarket no ha pogut proporcionar la informació sobre els seus materials amb exactitud.

	Acer	Alumini
Densitat [g/cm ³]	7,85	2,70

Taula 26. Densitat Acer i Alumini

Copolímers d'alta resistència

Les estructures dels carros normalment tenen unes peces de plàstic que serveixen per reforçar les unions i proporcionar sistemes de plegat. Aquestes es troben en les junctons entre barres, com a suports de les rodes, com a suport del mànec, etc.

D'entre els plàstics empleats per aquest tipus de peces, un material idoni és el Polipropilè (PP), sovint també anomenat copolímer d'alt impacte. Es tracta d'un termoplàstic àmpliament utilitzat per la producció de plàstics modelables degut a la seva excel·lent combinació de propietats que presenta com un pes lleuger i una bona resistència a l'impacte (Harutun, 2003 [12]). A més, mostra ser un material de baixa densitat i relativament econòmic en relació a altres polímers.

Densitat [g/cm ³]	0,9
Mòdul elàstic a tracció [GPa]	1,1-1,6
Càrrega de ruptura a tracció [MPa]	31-42
Duresa ¹¹	69
Temperatura de fusió [°C]	160-170

Taula 27. Propietats del material Polipropilè (Copolímer PP)

8.1.2. Material de les peces d'unió

La principal decisió a prendre en aquest apartat és el material amb el qual es fabricaran les peces d'ancoratge. Tant la unió inferior com les unions superiors (barres laterals) poden ser fabricades amb el mateix material.

Les característiques que ha de complir aquest han de ser les mateixes que les enumerades anteriorment: ha de ser un material resistent i lleuger, ha de minimitzar costos, no ha de mostrar un mètode d'obtenció ni de manufactura massa complex, ha de ser no contaminant i preferiblement reciclable.

La idea inicial com a material per aquestes peces és algun tipus de plàstic perquè molts elements existents amb funcionalitat similar són d'aquest material i, a més, els plàstics mostren els següents avantatges [26]:

- Gran varietat de formes i possibilitat de geometries complexes.
- En general, les temperatures de processament són inferiors que pels metalls i, per tant es necessita menor energia per la fabricació.
- Baixa densitat.
- No requereixen acabat ni tractament superficial.

¹¹ Duresa en escala Shore: (Fernández, C., 2014 [15]) Mesura la reacció elàstica del material quan es deixa caure sobre ell un material més dur. Quan més tou sigui el material, major quantitat de l'energia que es llença o pressiona sobre ell s'absorbeix en el xoc. La resta d'energia es tradueix en un rebot, que es el que es mesura en l'assaig.

Entre els plàstics es poden distingir els termoplàstics, els termoestables i els elastòmers. A la taula de l'Annex 1 [13] es classifiquen els diferents materials de cada grup amb una breu descripció d'algunes de les seves aplicacions. Cada grup té unes propietats principals diferents.

Els termoplàstics són materials que a temperatures elevades es tornen deformables, es fonen fàcilment i s'endureixen en un estat de transició vítria quan es refreden el suficient. Aquest comportament pot donar-se reiteradament, el que implica que el material es pot reutilitzar si es fon (reciclable).

Els plàstics termoestables són polímers que canvien irreversiblement sota la influència de la calor i altres agents des d'un estat fusible i soluble a un altre no fusible i insoluble. Només poden ser modelats una sola vegada, ja que no poden tornar a fondre's sense degradació i, per aquest motiu, no són reciclables. En resum, són materials durs, fràgils i insolubles.

Els elastòmers són un tipus de plàstics que destaquen per la seva elevada elasticitat i capacitat d'estirament i rebot. Es pot veure clarament que aquests materials no mostren ser els adients per les peces dissenyades.

Dels tres grups comentats, els materials més òptims per la funcionalitat buscada són els **termoplàstics**. En la següent taula s'analitzen les característiques d'alguns d'ells per tal d'escollir el material idoni.

	Densitat [g/cm ³]	Mòdul elasticitat [MPa]	Duresa Shore D ¹¹	Característiques	Aplicacions
Polipropilè (PP)	0,92	1100	69	<ul style="list-style-type: none"> Bona resistència química a la humitat i calor Bona duresa superficial Flexibilitat notable Bon aïllant elèctric Es solda amb facilitat 	<ul style="list-style-type: none"> Utensilis de cuina Peces mecàniques Frontisses en objectes de plàstic Peces automoció
Poliamida (PA)	1,14	3200	82	<ul style="list-style-type: none"> Gran elasticitat Resistència a la tracció 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboració de tèxtils (Nylon) Fabricació de peces mecàniques
Resina ABS	1,07	2030	76	<ul style="list-style-type: none"> Resistència a la calor Tenacitat 	<ul style="list-style-type: none"> Cascos de protecció Maletes, carcasses, etc
Tefló	2,18	750	55	<ul style="list-style-type: none"> Gran resistència a altes temperatures Resistència a la abrasió Bons aïllants Resistència a àcids i dissolvents 	<ul style="list-style-type: none"> Peces maquinària industrial Material de laboratori Recobriments utensilis cuina

Taula 28. Característiques materials termoplàstics

Es descarta la poliamida (PA) donat que, per les seves característiques, la seva aplicació principal es troba en el món tèxtil. El Tefló tampoc es considera el material adequat per la seva més elevada densitat i menor duresa.

Entre les resines i el polipropilè (PP), ambdós mostren característiques bastant òptimes. Tot i així, com que les aplicacions de les resines en l'actualitat no es mostren en el món de les peces mecàniques i les del PP sí, s'ha decidit escollir aquest segon. Aquest material és el que més s'utilitza per a peces amb funcionalitat i forma similar a la buscada i és el que ha estat triat per a l'estructura del xassís del carro. D'aquesta manera, l'aparença del conjunt també serà concorde. A part, s'ha de tenir en compte que també caldran cargols per a les frontisses.

Avaluació mediambiental i econòmica del material escollit

Abans de la decisió final en l'elecció del material, és imprescindible analitzar el nivell de contaminació d'aquest.

El polipropilè, al estar constituït en un 99% per carboni i hidrogen [31], elements innocus i abundants a la natura, resulta no ser contaminant químicament. És 100% reciclable perquè, com ja s'ha dit, és un termoplàstic i es pot tornar a fondre i reutilitzar per a altres funcions. A més, el PP conté energia, el que fa que els residus constitueixin una excel·lent alternativa per a ser utilitzats com a combustible per a produir energia elèctrica i calor.

Per últim cal destacar que és un material que es pot obtenir en format reciclat i és un dels plàstics més econòmics per a fabricar peces [33].

Avaluació general del material escollit (PP)

Baixa densitat (lleuger)	✓
Duresa	✓
Resistent	✓
Material no contaminant	✓
Material reciclable	✓
Material econòmic	✓

8.2. Procés de fabricació

El procés de fabricació de les peces, al haver escollit un material plàstic per la seva manufactura, ha de ser algun dels mètodes de processament d'aquest tipus de material. D'entre aquests, els processos que podrien donar bons resultats són: la impressió en 3D i l'emmotllament per injecció.

La fabricació en 3D és un mètode de fabricació additiva que crea objectes físics a partir d'un disseny digital. L'objecte es construeix superposant diferents capes de material. Els avantatges d'aquest procés són que es necessita poca mà d'obra, la velocitat de fabricació és més elevada que en altres mètodes, en general hi ha poc desaprofitament de material, no calen eines específiques i es pot arribar a fabricar un model complex. Els plàstics són els materials més comuns dins de la impressió 3D.

L'emmotllament per injecció és potser però el mètode més comú i més idoni per a la fabricació de les peces. Les característiques d'aquest mètode segons Vivancos Calvet, J. et al. [26] són:

- Permet obtenir peces amb geometries complexes i amb un bon acabat.
- Consisteix en fer circular la grana de plàstic per l'interior d'un tub amb l'ajuda d'un cargol, on pateix l'augment de temperatura i es fon.
- Quan la massa de plàstic fos arriba a l'extrem del tub, el cargol es desplaça longitudinalment i força l'entrada a pressió del material dins d'un motlle.
- Un cop el plàstic es refreda dins del motlle, aquest s'obre i s'extreu la peça acabada.

L'inconvenient principal d'aquest mètode és que està orientat a la fabricació d'un gran nombre de peces ja que el cost dels motlles és molt elevat.

Tot i així, com que l'objectiu és arribar a una producció d'exemplars elevada, s'ha seleccionat aquest procés. Es sap doncs que per a la fabricació d'un únic prototip no serà rentable, però es tractarà d'assolir una producció considerable per tal d'amortitzar el cost i generar beneficis. La fabricació en 3D no ha estat llavors considerada en aquest estudi, encara que podria ser un bon mètode per fabricar alguna de les peces.

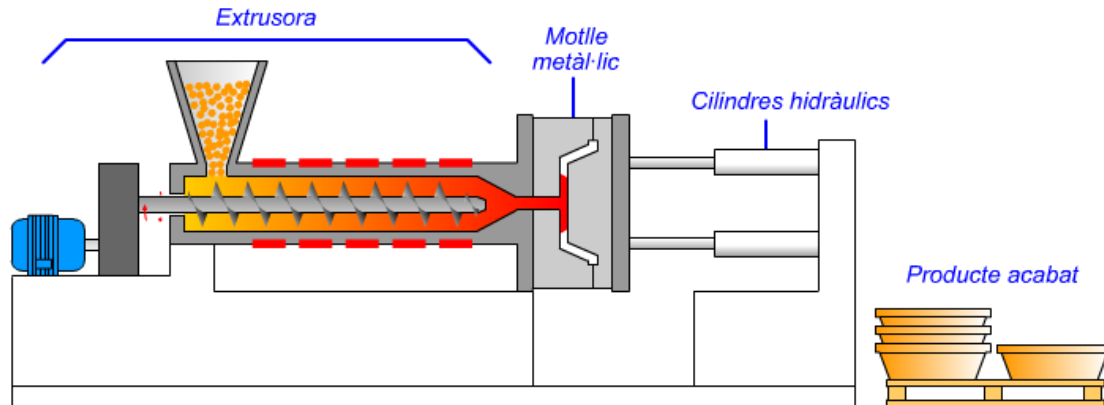
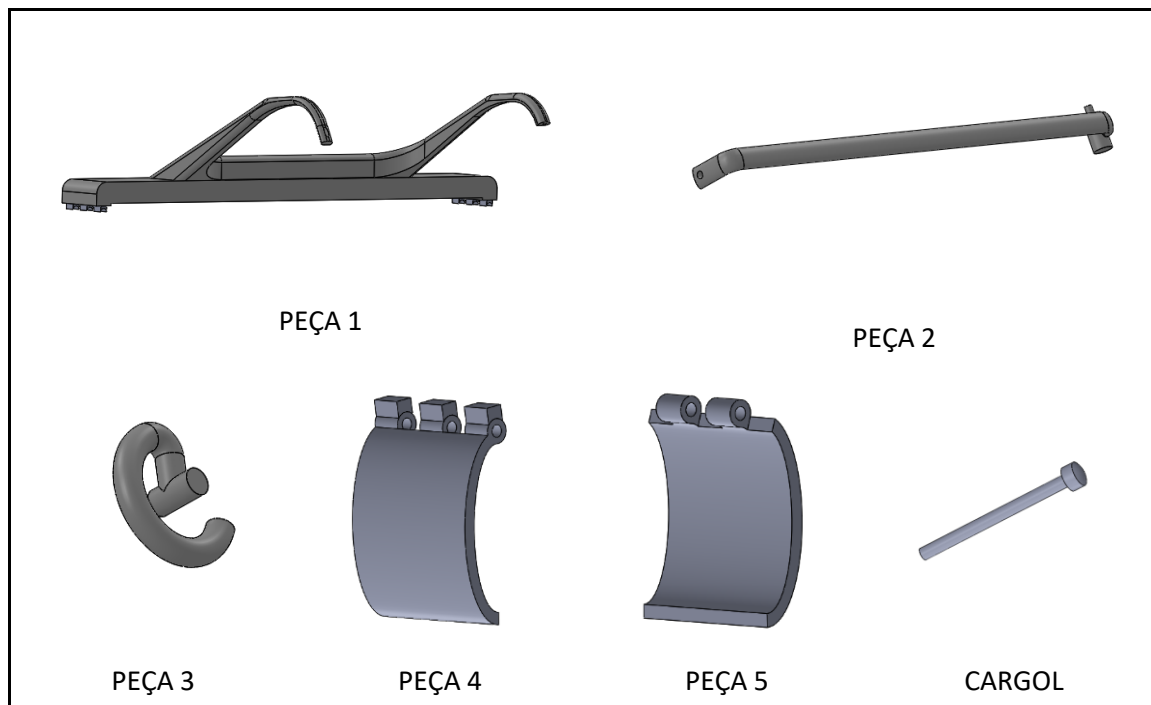


Figura 59. Metodologia d'emmotllament per injecció

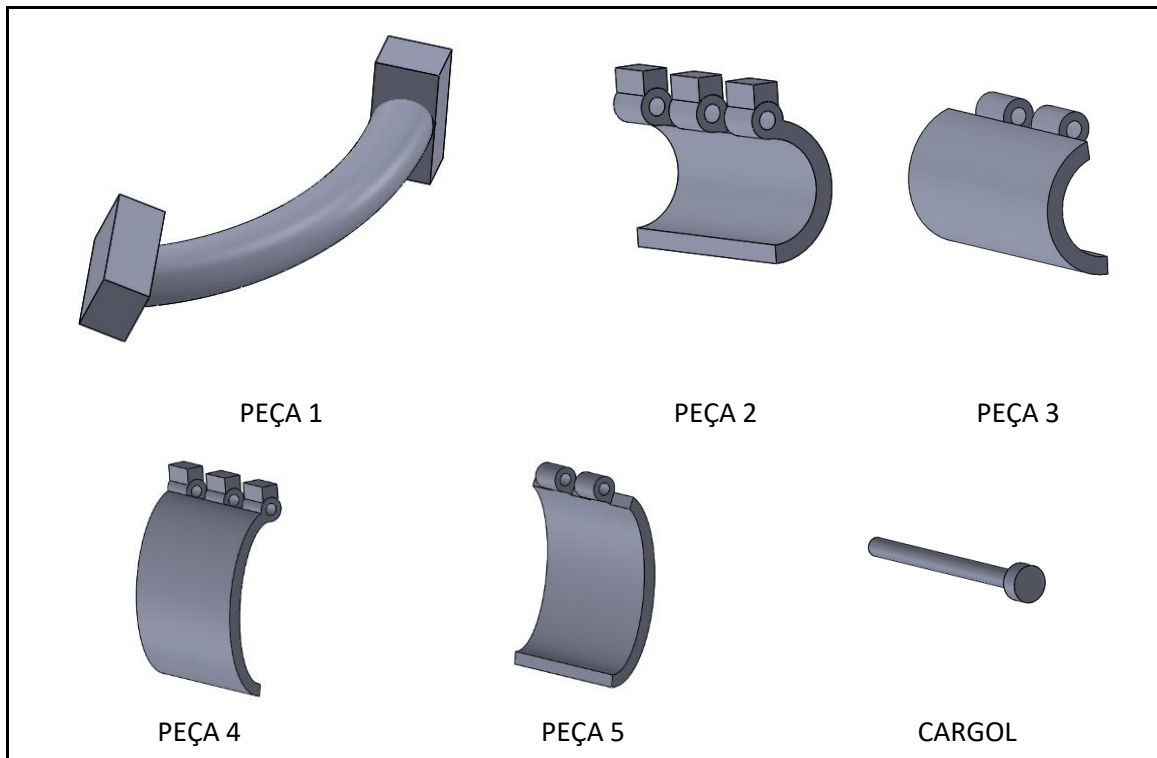
Per dur a terme aquest procés de fabricació caldrà doncs una màquina extrusora i uns motlles amb cada forma determinada.

Per l'ancoratge inferior caldrà elaborar 5 models de motlles de peces diferents. De cada una de les peces: PEÇA 4, PEÇA 5 i CARGOL caldran dos (2 frontisses). Aquestes peces hauran de ser posteriorment soldades.



Taula 29. Components de la unió inferior

Per l'ancoratge lateral caldrà també 5 models de peces i 2 cargols (un per a cada frontissa).



Taula 30. Components de la unió lateral

El material escollit (polipropilè) és un termoplàstic, pel que es permet poder soldar les diferents peces mitjançant l'estovament de les zones a unir. La temperatura de soldadura del polipropilè és de 275-300°C. Existeixen diferents formes de soldadura per a plàstics però la més adequada per al polipropilè segons [27] és la soldadura per aire calent amb punta ràpida. En aquest mètode es necessita la soldadora de plàstic amb un tub d'alimentació per a la vareta (també haurà de ser de polipropilè). Els passos a seguir seran:

- Preescalfar la base del material
- Guiar i preescalfar el material de soldadura (vareta)
- Permetre l'aplicació de pressió (F)
- Refredar

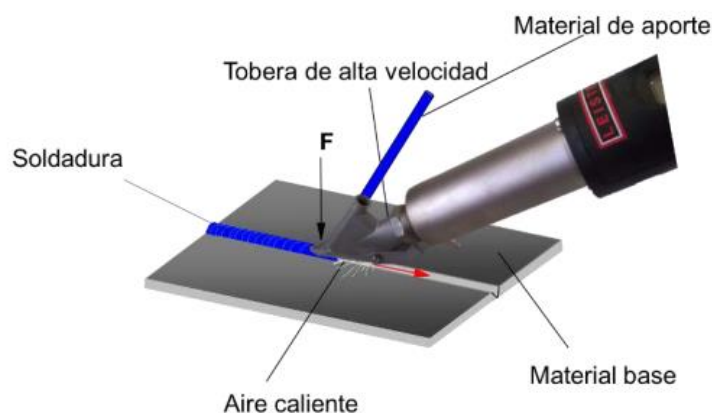


Figura 60. Esquema procés soldadura per aire calent amb punta ràpida [27]

Per dur a terme una soldadura correcta del material s'hauran de tenir en compte els següents aspectes [27]:

1. Soldadura de materials afins: en el cas de soldar PP, cal que la vareta sigui també del mateix material.
2. Temperatura correcta: escalfar el plàstic fins que adopti una consistència pastosa.
3. Pressió: aplicar pressió per unir els elements.
4. Velocitat constant de soldadura: per evitar fissures i obtenir una soldadura uniforme.

Així doncs, mitjançant l'emmotllament per injecció i la posterior soldadura es podran obtenir les peces de les unions. En resum, els passos, eines i màquines necessàries per a la fabricació seran:

Per a cada peça que forma cada unió			
Injecció	ETAPES		EINES I MATERIAL NECESSARI
	1	Obtenció dels motlles metàl·lics	<ul style="list-style-type: none">▪ Motlles▪ Extrusora▪ Gransa de Polipropilè
	2	Introducció i tancament del motlle	
	3	Escalfament del material (gransa de PP)	
	4	Injecció del material fos en el motlle	
	5	Refredament	
	6	Apertura motlle i extracció de la peça	
Un cop obtingudes les peces individuals			
Soldadura	ETAPES		EINES I MATERIAL NECESSARI
	1	Escalfar la base del material a soldar a la Tª determinada Tª=305-315°C [27]	<ul style="list-style-type: none">▪ Peces▪ Vareta de soldadura de polipropilè▪ Tovera d'alta velocitat
	2	Establir la velocitat de soldadura determinada v=250-350 mm/min [27]	
	3	Realitzar la soldadura amb la pressió adequada	
	4	Refredament	
Un cop obtingudes les peces soldades			
		Introduir cargols de les frontisses	

Taula 31. Passos fabricació peces unió

9. Pressupost i preu de venda

En aquest apartat es valoren els conceptes econòmics tant dels salaris com del transport, emmagatzematge, mecanitzat i matèries primes per a obtenir les peces. D'una banda s'avalua el cost del projecte i de l'altra, es calcula el preu al qual es podria vendre el prototipus.

9.1. Pressupost

L'anàlisi del pressupost contempla dos casos diferenciats que es poden donar en la realització d'un projecte real: gestió per la mateixa empresa amb els propis enginyers i treballadors que gestionen el conjunt de processos, o desenvolupament del projecte per part de treballadors externs a l'empresa.

En primer lloc cal destacar doncs les despeses que componen el pressupost total:

- Salaris dels treballadors del projecte
- Material i matèries primes
- Mecanitzat i fabricació de les peces
- Emmagatzematge de les peces
- Transport de les peces

Salaris dels treballadors del projecte

En la taula següent es mostren els honoraris mitjans per hora establerts d'un enginyer, un director i un assessor, tant en el cas d'empleats ja contractats per l'empresa (treballadors de la pròpia empresa) com de treballadors externs contractats específicament per l'actual projecte (treballadors de projecte).

	Sou brut anual [€/any]¹²	Preu unitari [€/h]
Enginyer empresa	42.000,00 €/any	24,71 €/h
Enginyer projecte	54.000,00 €/any	60,00 €/h
Assessor i director empresa	80.000,00 €/any	47,06 €/h
Assessor i director projecte	7.200,00 €/any	80 €/h

Taula 32. Sous dels treballadors implicats en el projecte

El preu unitari per un treballador de l'empresa (enginyer, assessor i director de l'empresa) ha estat calculat establint en 1.700 com a nombre d'hores de jornada anual. Segons Montañés Bernal (2011) [22], s'estableix la duració màxima de la jornada laboral anual en 1.764 hores (39h/setmana).

Pel càlcul del salari per hora dels treballadors del projecte, s'ha partit de les hores de dedicació empleades per a la realització del projecte per part de l'autor. El projecte mostra un volum de 12 crèdits ECTS, en els que està establert una dedicació mitjana de 25 hores de treball per cada crèdit. El total de les hores dedicades per 12 crèdits doncs és de 300 hores/quadrimestre i, per

¹² Dades extretes de l'estudi de Hays: *Guía del mercado laboral 2020* [19] i de Lesecq, C (2012) [21].

tant es podrien establir 900 hores/any. Marcant un sou base anual per un enginyer extern de 54.000,00 €/any, el preu/hora s'estableix en 60€/h.

D'altra banda, s'ha observat que les hores de dedicació per part de l'assessor o director del projecte són menys que les de l'enginyer. S'estableix que aproximadament el director del projecte dedica 30 h/quadrimestre de les seves hores de feina al projecte (90 h/any). Si el preu per hora d'un director de projecte s'estableix en 80€/h, per aquest projecte facturaria 7.200€/any.

Materials

A continuació s'especifiquen els materials necessaris establerts per a cada component, tenint en compte tant les peces de l'adaptació del carro com les peces d'ancoratge. S'ha cercat possibles proveïdors d'aquests materials i el seu preu.

A més, s'inclouen els preus dels motlles que s'utilitzarien en el procés d'injecció. Com s'ha comentat anteriorment, els preus d'aquests són molt elevats però es poden reutilitzar, el que fa que, amb un nombre elevat de peces fabricades, s'amortitzarà la inversió inicial.

Estructura carro amb mides adaptades					
Peça	Mides ¹³	Material	Proveïdor	Preu material	Preu
Barres alumini	Barra L=2070 mm Ø=17 mm	Aliatge Alumini 6026 T6	Lumetal Plastic S.L. [23]	4,96 €/kg	8,93 €
	Barra L=850 mm el·líptica 27x17mm				4,46 €
	Barra L=200 mm el·líptica 29x19mm				1,12 €
Components plàstics	-	Polipropilè	Yuyao Deyu Plastic Technology Co. Ltd [24]	2,95€/kg	5,9 €
Rodes	2 rodes Ø =12 cm	Goma	Hebei Hengyun Rubber Products Co. Ltd [25]	6€/u	12 €
	2 rodes Ø=14 cm			6,3€/u	12,6€
TOTAL					45,01 €
Peces unió ancoratge					
Peça	Mides ¹³	Material	Proveïdor	Preu material	Preu
Peça anclatge inferior	-	Polipropilè	Yuyao Deyu Plastic Technology Co. Ltd [24]	2,95€/kg	5,9€
Peça anclatge lateral (x2)	-	Polipropilè	Yuyao Deyu Plastic Technology Co. Ltd [24]	2,95€/kg	2,95€
TOTAL					8,85 €
Motlles					
Motlles per a les peces					15.000 €
TOTAL MATERIAL					15.053,86 €

Taula 33. Desglossament del cost del material per a 1 prototip

Aquest preu correspondria al cost del material, tenint en compte la inversió inicial pels motlles, per a produir un sol conjunt de carro i unions. Tot i així, si es realitzés una producció de lots de mida superior (fabricació en sèrie), els costos per peça disminuirien ja que s'amortitzaria la inversió inicial i els proveïdors de materials també proporcionarien preus més econòmics al

¹³ Les mides es mostren especificades en els plànols de cada peça / barra en l'Annex. Per la mida del material necessari s'ha tingut en compte un marge de seguretat per possibles pèrdues de material en el mecanitzat.

realitzar una comanda més gran. S'estableix que si es demanés el material per un lot de 100, 500, 1.000 i 10.000 unitats el preu de les matèries primes seria un 15% i un 25% i un 35% (a partir de 1.000) inferior respectivament. A més, el cost de la inversió pels motlles es dividiria entre el nombre de peces.

Mida lot	Descompte ¹⁴	Cost material
n=1	0%	15.053,86 €/u
n=100	15%	195,781 €/u ¹⁵
n=500	25%	70,395 €/u
n=1.000	35%	50,009 €/u
n=10.000	35%	36,509 €/u

Taula 34. Cost material segons mida lot

Mecanitzat

Per determinar els costos de mecanitzat cal conèixer el consum energètic del procés de fabricació, és a dir, quanta energia es gasta en la injecció i en la soldadura de les peces.

La demanda energètica d'una màquina d'injecció es deriva de la potència realment utilitzada al llarg del temps. Estudis (Pethybridge, Hoi, & Mui, 2002 [28]) mostren els consums energètics per tipus d'empreses de processament de plàstics. Alguns valors típics de consum d'energia pel procés d'injecció es troben entre 2,9 i 3,1 kW/kg [29]. Aleshores si s'estableix que per el conjunt de peces de l'ancoratge inferior es necessita 1 kg i per a cada unió lateral 0,5 kg:

Consum màquina injecció	Material injecció	Potència elèctrica	Temps mecanitzat*	Energia consumida	Preu energètic ¹⁶	Cost mecanitzat
3 kW/kg	2 kg	6 kW	1,5 h	9 kWh	0,1199 €/kWh	1,079 €/u

Taula 35. Càlcul consum procés injecció

**El temps necessari per realitzar la injecció depèn de nombrosos factors: quantitat de material injectat, la seva viscositat, les característiques del motlle, etc. Una de les variables importants en el temps de cicle de cada peça és el temps de refredament de la peça. El temps de mecanitzat per a totes les peces (tenint en compte el temps de refredament) ha estat calculat de manera aproximada.*

El preu de mecanitzat, en el cas d'una producció en sèrie també disminuiria perquè es podria reduir el consum d'engegat, apagat, etc. S'estableix que per a la producció de lots de 100, 500, 1.000 i 10.000 unitats, el cost de mecanitzat per unitat disminueix en un 10%, un 20% i un 30% (a partir de 1.000) respectivament:

Mida lot	Descompte	Cost material
n=1	0%	1,079 €/u
n=100	10%	0,9711 €/u
n=500	20%	0,8632 €/u
n=1.000	30%	0,7553 €/u
n=10.000	30%	0,7553 €/u

Taula 36. Cost mecanitzat segons mida lot

¹⁴ S'aplica un descompte en el cost del material però no en la inversió inicial dels motlles.

¹⁵ El cost dels motlles es divideix proporcionalment entre el nombre de peces fabricades.

¹⁶ Preu del kWh sense discriminació horària segons Endesa [20].

Pel procés de soldadura el consum energètic es pot considerar pràcticament nul perquè les màquines soldadores de plàstic mostren un consum molt baix [30].

Emmagatzematge

El preu d'emmagatzematge de les existències depèn de la quantitat d'existències (estoc) i el preu de l'espai d'emmagatzematge.

El cost d'emmagatzematge engloba nombrosos costos que cal mencionar:

- Costos relacionats amb el local on s'emmagatzemaran les peces
- Maquinària i elements de manipulació
- Logística
- Impostos
- Assegurança

El cost d'emmagatzematge, en aquest cas, serà calculat com el cost de l'espai i pot ser calculat de la forma següent:

$$\text{Cost espai} = C(m^2) \cdot M \cdot SS \quad (2)$$

On,

$$\begin{aligned} C(m^2) &= \text{Cost per m}^2 \\ M &= \text{superfície ocupa peça} \\ SS &= \text{estoc de seguretat} \end{aligned}$$

Farrés, C. (2019) [32] menciona que el preu de lloguer logístic a Barcelona s'estableix en 4,9 €/m².

Un aspecte important és doncs, el nivell d'estoc. És important garantir la presència d'un estoc suficient per satisfer la demanda, sempre i quan el seu emmagatzematge resulti rentable.

L'estoc depèn directament de la demanda del producte. En el pressupost es calcularà el cost de mantenir l'estoc de seguretat. Si s'estableix una demanda mensual (D) de 100 unitats de producte (carro + ancoratges), un termini d'entrega màxim (Tmax) de 15 dies i un termini d'entrega normal (T) de 6 dies, l'estoc de seguretat es calcula segons:

$$SS = (T_{max} - T) \cdot D = (15 - 6) \cdot \frac{1 \text{ mes}}{30 \text{ dies}} \cdot 100 \frac{u}{\text{mes}} = 30 u \quad (3)$$

Amb una demanda mensual de 100 unitats, s'estableix un estoc de seguretat de 30 unitats.

Demanda mensual (D)	Estoc (SS)	Preu lloguer	Superfície peça (M) ¹⁷	Cost espai (1)	Cost espai/unitat
100 u	30 u	4,9 €/m ²	0,32 m ² /u	47,04 €	0,4704€/u

Taula 37. Càlcul cost emmagatzematge

¹⁷ La superfície de la peça s'ha considerat en el cas de no estar el carro plegat, donat que seria la màxima superfície que podria ocupar. Tot i així, la recomanació és emmagatzemar el carro en posició plegada.

Transport

El cost que suposa el transport dels objectes és difícil de calcular perquè aquest depèn del lloc d'entrega, de la quantitat de peces que s'han de transportar, de si es disposa d'una furgoneta o s'ha de llogar, del preu de la benzina, etc..

Aleshores, en aquest apartat s'ha decidit establir un cost base pel transport de **5€** per desplaçament. Tot i així, a partir d'un cert nombre de desplaçaments, sortiria rentable el lloguer d'una furgoneta (**55€/dia** amb benzina inclosa) i realitzar el transport de les unitats en un mateix dia.

A continuació, es detalla el preu unitari del material, mecanitzat, emmagatzematge i transport amb diferents mides de lot: 1, 100, 500, 1.000 i 10.000 unitats.

		n=1	n=100	n=500	n=1.000	n=10.000
Producció	Material	15.053,86 €/u	195,781 €/u	70,395 €/u	50,009 €/u	36,509 €/u
	Mecanitzat	1,079 €/u	0,9711 €/u	0,8632 €/u	0,7553 €/u	0,7553 €/u
	Total Producció	15.054,94 €/u	196,75 €/u	71,26 €/u	50,76 €/u	37,26 €/u
Logística	Emmagatzematge	0 €	0,4704 €/u	0,4704 €/u	0,4704 €/u	0,4704 €/u
	Transport	5 €/u	0,55 €/u	0,11 €/u	0,11 €/u ¹⁸	0,11 €/u ¹⁹
	Total Logística	5 €/u	1,02 €/u	0,58 €/u	0,58 €/u	0,58 €/u
TOTAL		15.059,94 €/u	197,77 €/u	71,84 €/u	51,34 €/u	37,84 €/u

Taula 38. Costos producció i logística segons mida de lot

En les següents taules es detallen els pressupostos finals segons si ha estat portat des d'una empresa (amb enginyers propis), o es tracta d'un projecte per part d'enginyers autònoms²⁰:

¹⁸ Considerant que caldrà llogar la furgoneta durant 2 dies per transportar 1.000 peces.

¹⁹ Considerant que caldrà llogar la furgoneta 20 dies per transportar 10.000 components.

²⁰ Pressupost considerat amb n=1.

PRESSUPOST EMPRESA²⁰

	Concepte	Responsable	Unitats	Preu unitari	Preu total
Enginyeria	Direcció del projecte	Director de empresa	30 h	47,06 €/h	1.411,8 €
	Anàlisi	Enginyer empresa	40 h	24,71 €/h	988,4 €
	Disseny	Enginyer empresa	180 h	24,71 €/h	4.447,8 €
	Desenvolupament i posta en marxa	Enginyer empresa	80 h	24,71 €/h	1.976,8 €
	TOTAL ENGINYERIA				8.824,8 €
Producció	Material	-	Material carro (1u)	45,01 €	53,86 €
			Material ancoratges (1 u cada)	8,85 €	
			Motlles	-	15.000 €
	Mecanitzat	-	1 u	1,079 €	1,079 €
	TOTAL PRODUCCIÓ				15.054,94 €
Logística	Emmagatzematge	-	1 u	-	- €
	Transport	-	1 u	5 €/u	5 €
	TOTAL LOGÍSTICA				5 €
TOTAL					23.884,74 €

Taula 39. Pressupost projecte empresa (n=1)

PRESSUPOST ENGINYERS AUTÒNOMS²⁰

	Concepte	Responsable	Unitats	Preu unitari	Preu total
Enginyeria	Direcció del projecte	Director del projecte	30 h	80,00 €/h	2.400 €
	Anàlisi	Enginyer de projecte	40 h	60,00 €/h	2.400 €
	Disseny	Enginyer de projecte	180 h	60,00 €/h	10.800 €
	Desenvolupament i posta en marxa	Enginyer de projecte	80 h	60,00 €/h	4.800 €
	TOTAL ENGINYERIA				20.400 €
Producció	Material	-	Material carro (1u)	45,01 €	53,86 €
		-	Material ancoratges (1 u cada)	8,85 €	
		-	Motlles	-	15.000 €
	Mecanitzat	-	1 u	1,079 €	1,079 €
	TOTAL PRODUCCIÓ				15.054,94 €
Logística	Emmagatzematge	-	1 u	-	-
	Transport	-	1 u	5 €/u	5 €
	TOTAL LOGÍSTICA				5 €
TOTAL					35.459,94€

Taula 40. Pressupost per part d'enginyers autònoms (n=1)

Observant les dues taules anteriors, es mostra que el pressupost total elaborant el projecte amb enginyers de la mateixa empresa (Taula 39) surt molt més econòmic.

9.2. Càlcul del preu de venda

Els següents passos a seguir són el càlcul del PVD (preu venda al distribuïdor) i PVP (preu de venda al públic). Pel càlcul d'aquests preus es tenen en compte les despeses de producció, logística, administració i infraestructures però també cal sumar els costos fixes. A més s'estableix un marge comercial (per els dos) del 30%. El marge comercial però no s'inclou en el cost d'un sol prototip ja que l'objectiu en aquest cas no seria la seva comercialització.

El cost de la producció és el calculat a la Taula 38, on es tenen en compte els materials tant per el carro com per les peces d'ancoratge i el cost de mecanitzat.

El cost de logística comprèn el preu d'emmagatzematge de les peces i del seu transport (Taula 38).

El cost de les infraestructures correspondria al cost de l'espai de treball, ja sigui una fàbrica, un taller, etc. L'espai d'emmagatzematge, però, ja es troba comptabilitzat en el concepte de logística. Considerant llavors el preu del mercat actual, el lloguer d'un local comercial o taller s'estableix en uns 550 €/mes, el que resultaria en 6.600€/any. Aquest cost però, ha d'estar considerat a partir de tenir producció en cadena, donat que per a produir una unitat, no cal el lloguer d'una infraestructura completa.

A més, cal tenir en compte els costos de mà d'obra i altres costos fixes operatius per peça. Aquí es mostren inclosos els salaris dels treballadors i altres recursos que podrien ser externs o interns. Considerant doncs, les mides dels lots de fabricació, els costos de personal quan la fabricació és de tant sols una peça no poden ser iguals que quan calgui fabricar 10.000 peces. Tot i així, aquests costos, com major sigui la mida del lot, seran distribuïts entre un nombre major de peces i es podria raonar que el cost unitari podria ser el mateix. És a dir, els preus de mà d'obra augmenten amb la mida de lot però el cost unitari es manté estable. Un valor raonable per peça s'estableix en 20€/u.

	n=1	n=100	n=500	n=1.000	n=10.000
Producció	15.054,939 €	19.675,21 €	35.630 €	50.764 €	372.643 €
Logística	5 €	102 €	290,2 €	580 €	5.800 €
Infraestructures	50 €	6.600 €	6.600 €	6.600 €	6.600 €
Cost variable unitari	15.109,94 €/u	263,77 €/u	85,04 €/u	57,94 €/u	38,4 €/u
Cost mà d'obra unitari	20 €/u	20 €/u	20 €/u	20 €/u	20 €/u
Total cost unitari	15.129,94 €/u	283,77 €/u	105,04 €/u	77,94 €/u	58,5 €/u
Marge comercial (30%)	-	85,13 €/u	31,51 €/u	23,38 €/u	17,55 €/u
PVD unitari	15.129,94 €/u	368,90 €/u	136,55 €/u	101,33 €/u	76,06 €/u
Marge comercial (30%)	-	110,67 €/u	40,97 €/u	30,40 €/u	22,82 €/u
PVP unitari	15.129,94 €/u	479,57 €/u	177,52 €/u	131,73 €/u	98,87 €/u

Taula 41. Càlcul PVD i PVP segons mida lot

En la taula anterior doncs es mostra el preu de venda al distribuïdor (PVD) i el preu de venda al públic (PVP). Es veu que el preu de venda disminueix a mesura que el nombre d'unitats del lot augmenta, ja que el cost de les infraestructures surt més rentable en augmentar la producció i sobretot perquè s'amortitza l'elevat cost dels motlles. Es mostra que la producció sortiria rentable a partir d'un nombre elevat de peces.

Si es comparen aquests preus de venda al públic per unitat amb el preu de venda del model en el que s'ha basat per l'adaptació del carro Playmarket We Go que és de 115€ [11], resulta ser un preu força competitiu si el nombre de peces produïdes és elevat, tenint en compte que, a més s'inclouen els components d'ancoratge. Si es marqués com objectiu no sobrepassar el preu del model [11] en més d'un 20 %, el preu òptim de venda al públic s'establiria en 138€, pel que amb un lot de $n=1.000$ ja es compliria aquesta petició.

Així doncs, s'assoleix l'especificació de ser un model econòmic.

10. Avaluació final del disseny

Un cop establert el disseny final, la selecció de materials, el procés de fabricació i l'anàlisi econòmic, és necessari verificar el compliment de les especificacions del disseny establertes a l'inici del projecte en l'apartat 5.

A continuació es mostra la taula establerta inicialment, amb la corresponent columna d'avaluació on es mostra si el disseny final compleix o no amb l'especificació. Cada necessitat ha estat avaluada amb el mateix criteri establert a l'apartat d' Elecció del pre-disseny:

	No compleix la necessitat
	Es desconeix si compleix la necessitat
	Compleix la necessitat en poca mesura
	Compleix totalment la necessitat

Taula 42. Llegenda avaluació necessitats

Necessitat			Avaluació
N1	Acoblable al cotxet	S'adapti bé a l'estructura del cotxet.	
N2	Lleuger	No pesi massa.	
N3	Plegable	Pugui ocupar un espai reduït quan no és utilitzat.	
N4	Resistent	Aguanti el pes sense deformar-se ni trencar-se.	21
N5	Capacitat	Pugui transportar un mínim de càrrega.	21
N6	Econòmic	Pugui ser adquirit per la majoria dels usuaris.	
N7	Fàcil de maniobrar	L'ús del producte no ha de dificultar la maniobra del cotxet.	
N8	Material no contaminant	Material no perjudicial pel medi ambient.	
N9	Material reciclable	Material que pugui ser reutilitzat.	
N10	Procés fabricació ràpid	Optimització del temps de disseny, mecanitzat i transport.	
N11	Procés fabricació amb cost reduït	Reduir els costos de fabricació com pot ser el de ús de maquinària.	
N12	Atractiu/estètic	Que agradi als usuaris i creï desig de ser comprat.	21
N13	Innovador	Sigui un producte no existent i novador en el mercat.	
N14	Fàcil de transportar	Sigui lleuger i no necessiti un transport específic.	
N15	Vida útil llarga	Tingui una vida útil llarga.	22
N16	Independent	Pugui ser utilitzat de manera independent sense el cotxet.	

Taula 43. Avaluació del disseny final

Per tant, es comprova que el disseny final compleix gairebé amb totes les especificacions establertes i es considera que en un projecte futur es podrien estudiar en detall les especificacions que aquest projecte no ha considerat.

²¹ No s'ha fet estudi.

²² Els materials escollits en principi són de llarga durada.

11. Futur del projecte

El resultat del present estudi mostra l'inici d'un futur producte a poder ser comercialitzat. Es creu que és un component interessant que podria ser d'utilitat per a moltes persones i podria mostrar-se competitiu en el mercat.

El projecte no ha inclòs la fabricació del prototip ni tampoc un pla de negoci complet. Per tal d'arribar a comercialitzar els components caldrien les següents accions futures:

- Desenvolupar el disseny incorporant els aspectes de les lleis d'esforços comprovant la capacitat màxima real que pot emmagatzemar el producte.
- Verificació de les peces mitjançant la fabricació d'un prototip real.
- Elaboració d'un model de negoci complet.
- Realització d'una avaluació per part dels usuaris.
- Establir un pla de màrqueting comercial.
- Contactar amb els proveïdors dels materials.
- Planificació administrativa i de logística (contracte lloguer, transportistes, comercials, etc...).
- Fabricació i comercialització dels components.

De cara al finançament del projecte, aspecte imprescindible a tenir en compte, s'hauria de cercar una font de finançament o un inversor interessat. Les empreses de cotxets o de carros podrien mostrar-se alhora interessades pels components i es podria doncs establir una negociació amb aquests grups.

Conclusions

Amb el treball dut a terme s'ha aconseguit dissenyar un objecte que permet l'ancoratge d'un carro de la compra amb un cotxet de nadons de forma eficaç i segura.

El treball i la dedicació empleada es reflecteixen en resultats satisfactoris i en el compliment dels objectius establerts en un inici. A partir d'una necessitat existent, que ningú havia plantejat resoldre abans, s'ha anat desenvolupant el projecte pas a pas de forma metòdica fins arribar al producte final amb moltes possibilitats de ser competent en el mercat.

Durant el desenvolupament del producte s'ha seguit el mètode que correspon a qualsevol projecte d'enginyeria ben elaborat: partint de la detecció del problema existent i de l'anàlisi del mercat actual, fins aconseguir elaborar un estudi del disseny en detall del producte, el qual compleix amb les especificacions necessàries, marcant un pla d'actuació des de l'inici de l'estudi fins al prototipatge a escala.

Els objectius d'elaborar una solució pràctica, còmode de transportar i utilitzar i alhora econòmica han estat considerats durant el transcurs de tot el projecte fins que s'ha arribat a una solució òptima. El disseny i forma de les peces obtingudes han estat estudiades detingudament tenint en compte el confort per l'usuari i alhora la seguretat del conjunt. El producte resultant és competitiu a nivell econòmic i innovador en el mercat. És per això que s'han proposat unes accions futures amb les que es podria arribar a comercialitzar i que podria ser d'interès per a finançadors i empreses del sector.

Per altra banda, d'aquest projecte s'extreu una molt bona valoració a nivell personal. Considero que he pogut plasmar molts dels coneixements adquirits durant els meus estudis, sobretot aquells enfocats al disseny i prototipatge, un àmbit que és molt del meu interès. A més, aquest treball ha sigut de gran utilitat per entendre el procés d'un projecte d'enginyeria on es tenen en compte i es relacionen molts conceptes de diferents matèries estudiades durant el grau. Veure ara el resultat de tot l'esforç empleat i comprovar que he pogut resoldre una idea que en un principi no sabia ni com orientar, m'omple d'orgull i satisfacció i m'ensenya que una ambició es pot plasmar sempre en un èxit rere perseverança i dedicació.

Agraïments

A Joaquín Fernández, tutor del treball, per la seva exigència, constant suport, confiança i orientació durant la trajectòria del projecte.

A amics i companys pel recolzament i ajuda a alleugerir la feixuguesa del camí. També m'agradaria esmentar el meu sincer agraïment a l'empresa Jané Group, en concret als responsables Nacho Barraquer i Francisco Gómez, que han estat disposats a proporcionar informació sobre la marca i models i han facilitat la realització d'aquest projecte.

I com no, a la família: als meus pares i germà pel seu estímul i recolzament inqüestionable.

Bibliografia

- [1]. *¿Qué es una mochila portabebés ergonómica?* (2019) Mochilas portabebés. Lloc publicació: <https://mochilas-portabebes.es/blog/que-es-una-mochila-portabebes-ergonomica/> [Consulta: 12/03/2020]
- [2]. Joolz cesta de la compra XL. Disponible a través de: <https://www.joolz.com/es/es/accesorios/560001-M.html> [Consulta: 12/03/2020]
- [3]. Bugaboo Donkey 3 Mono. Disponible a través de: <https://www.bugaboo.com/es-es/carritos/bugaboo-donkey-3-mono/> [Consulta: 12/04/2020]
- [4]. Jané Group. Disponible a través de: <https://janeworld.com/> [Consulta: 12/03/2020]
- [5]. *Cesta Viajes Compras Jumbo plegable de aluminio de la rueda giratoria de 4 ruedas de carros autoservicio 60L*. Disponible a través de: <https://www.amazon.es/dp/B074RGZQN8?tag=cosasplegables.com-21&linkCode=ogi&th=1&psc=1> [Consulta: 15/03/2020]
- [6]. *Carrito De La Compra Negro Plegable De Plástico*. Disponible a través de: https://www.mediawavestore.es/utensilios-y-accesorios/3282-334115-carrito-de-la-compra-negro-plegable-de-plastico-capacidad-hasta-25-kg-6980150334115.html?gclid=Cj0KCQjwpfHzBRCiARIsAHHzyZqeclaXCwLcz17luO5oi6-w3o0sNoVF84Yw1lbqO5UJnCgvRmXjZkAaAqovEALw_wcB [Consulta: 15/03/2020]
- [7]. Rivera, J. (2011), *Anatomia Biomecanica Antropometria*. Lloc de publicació: https://3tecprevriesgos2010.files.wordpress.com/2011/09/anatomia-biomecanica-antropometria_2.pdf [Consulta: 20/04/2020]
- [8]. López Pérez, M. (2017). *Suport multifuncional per a la lectura i el treball*. Lloc de publicació: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/101664> [Consulta: 12/05/2020]
- [9]. *Concepción y diseño de los puestos de Trabajo*. Lloc publicació: http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/27/PRESENTAC.._1.pdf [Consulta: 20/04/2020]
- [10]. Carro Rolser. Disponible a través de: <https://www.rolser.com/es/1553-3794-carro-rolser-imax-termo-zen-4-ruedas.html#/739-color-rojo> [Consulta: 13/05/2020]
- [11]. Carro Play We Go. Disponible a través de: <https://www.playmarketshop.com/en/we-go> [Consulta: 13/05/2020]
- [12]. Harutun K. Handbook of Polypropylene and Polypropylene composites. 2a ed., CRC Press, 2003, pp. 10-29. Lloc de publicació: <https://epdf.pub/queue/handbook-of-polypropylene-and-polypropylene-composites.html> [Consulta: 15/05/2020]
- [13]. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. *Clasificación de los materiales plásticos*. Lloc publicació: <http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/3eso recursos/unidad9 los plasticos/descargas/tabla clasificacion plasticos.pdf> [Consulta: 15/05/2020]
- [14]. William J. Kissel, James H. Han, and Jeffrey A. Meyer. *Polypropylene: Structure, Properties, Manufacturing Processes, and Applications*. Lloc de publicació: <https://books.google.es/books?id=4gipmpVu8IsC&pg=PA10&lpg=PA10&dq=Polypropylene:+Structure,+Properties,+Manufacturing+Processes,+and+Applications&source=bl&ots=3FdLFvLBTs>

- [&sig=ACfU3U1yGhjD37yKRdZO6UiYEZolmRqntw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiw-fA4NjpAhVLCBQKHbmDDJYQ6AEwAnoECA0QAAQ#v=onepage&q=Polypropylene%3A%20Structure%2C%20Properties%2C%20Manufacturing%20Processes%2C%20and%20Applications&f=false](https://www.patologiasconstruccion.net/2014/10/medicion-de-la-dureza-en-materiales-4/) [Consulta:15/05/2020]
- [15]. Sanjuán Fernández, C. (2014). *Medición de la dureza en materiales*. Lloc de publicació: <https://www.patologiasconstruccion.net/2014/10/medicion-de-la-dureza-en-materiales-4/> [Consulta: 25/05/2020]
- [16]. Coplastic. *PTFE-Teflón*. Lloc de publicació: <http://www.coplastic.es/resources/uploads/Documentos/34646203.pdf> [Consulta: 29/05/2020]
- [17]. *Información técnica de los materiales plásticos*. Lloc de publicació: https://www.metalia.es/data/empresas/ValencianaACP/pdf/Valenciana_%20de_ACP_Informacion_Tecnica_de_Plasticos_Tecnicos.pdf [Consulta: 29/05/2020]
- [18]. Sanz, S. (2013). Guía de compras. *Mi bebé y yo*. Lloc de publicació: https://infobebe.es/file/repository/GuiaComprasMBYY13_14.pdf [Consulta: 30/05/2020]
- [19]. Hays, Recruiting experts worldwide. *Guía del mercado laboral 2020*. (2020). Lloc de publicació: <https://www.hays.es/documents/63345/4314146/GUIA+DEL+MERCADO+LABORAL+DE+HAYS+2020+-+Online.pdf> [Consulta:30/05/2020]
- [20]. Preu consum energètic. Endesa. Lloc de publicació: <https://www.endesa.com/es/conoce-la-energia/blog/cuanto-cuesta-electricidad> [Consulta: 29/06/2020]
- [21]. Lesecq, C. (2012). *Proyecto de una nueva pista de ensayos de ruido exterior en el Centro Técnico de SEAT, S.A. Anexo I. Coste del proyecto*. Lloc de publicació: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/17004/Anexo%20I%20-%20COSTE%20DEL%20PROYECTO.pdf?sequence=10&isAllowed=y> [Consulta:30/05/2020]
- [22]. Montañés Bernal, A. (2011). Tipos de jornada y productividad del Trabajo. *Consejo económico y social de Aragón*. Lloc de publicació: https://www.aragon.es/documents/20127/674325/PRODUCTIVIDAD_2.pdf/046d0589-c557-79d7-6aba-053654ae8cea [Consulta: 31/05/2020]
- [23]. Lumetal Plastic S.L. Proveïdor material. Disponible a través de: <https://www.lumetalplastic.com/> [Consulta: 01/06/2020]
- [24]. Yuyao Deyu Plastic Technology Co. Ltd. Proveïdor material. Disponible a través de: https://yydeyu.en.alibaba.com/productgroupdetail-814917776/toughen_or_wear_resistance.html?spm=a2700.icbuShop.98.9.51f36714NMJBts [Consulta: 01/06/2020]
- [25]. Hebei Hengyun Rubber Products Co. Ltd. Proveïdor material rodes. Disponible a través de: https://hengyunrubber.en.alibaba.com/productgroupdetail-816531001/rubber_wheel.html?spm=a2700.icbuShop.98.11.30fe60bfP6cHMZ [Consulta: 01/06/2020]
- [26]. Vivancos Calvet, J.; Buj Corral I.; Costa Herrero, Ll.; Gomà Ayats, J.; 2019. *Sistemas de Fabricación. Teoría*. Lloc de publicació: <https://atenea.upc.edu/mod/folder/view.php?id=2153223> [Consulta: 30/05/2020]
- [27]. *Guía de soldadura de plásticos*. Cesla. Centro de soldadura plástica. (2020). Lloc de publicació: <https://cesla.la/wp-content/uploads/2019/01/Guia-General-de-Soldadura-de-Pl%C3%A1sticos.pdf> [Consulta: 01/06/2020]

- [28]. Pethybridge, E., Hoi, T. & Mui, D. T. (2002). *Plastic Industry Environmental Review*. Hanoi University of technology Institute for environmental science and institute for environmental science and mental science and technology. Technology Vietnam Cleaner Production Centre, 1-55. [Consulta:01/06/2020]
- [29]. Vargas, C., Posada, J., Jaramillo, L., y García, L. (2015). *Consumo de energía en la industria del plástico: revisión de estudios realizados*. Revista CEA, 1(1), 93-107. Lloc publicació: <https://revistas.itm.edu.co/index.php/revista-cea/article/download/70/68/> [Consulta: 01/06/2020]
- [30]. Grupo Cevik. *Profesionales trabajando para profesionales*. Catálogo máquinas. Lloc publicació: <http://grupocevik.es/images/catalogos/folleto-soldadura-septiembre.pdf> [Consulta: 01/06/2020]
- [31]. Reciclaje de plásticos. Polipropileno o PP. Disponible a través de: <http://reciclario.com.ar/indice/plastico-2/polipropileno-o-pp-5/> [Consulta: 02/06/2020]
- [32]. Farrés, C. (2019). *El precio del metro cuadrado logístico en Barcelona sube un 10% hasta junio*. Lloc publicació: https://cronicaglobal.elespanol.com/business/precio-metro-cuadrado-logistico-barcelona-sube-10-junio_259536_102.html [Consulta: 03/06/2020]
- [33]. RDI Plastics. *Polímeros termoplásticos: Polipropileno y Polietileno*. (2019) Disponible a través de: <https://www.rdiplastics.com/polipropileno-poliestireno-poli-etileno/#:~:text=El%20polipropileno%20y%20el%20polietileno,fibra%20de%20vidrio%2Fcar ga%20mineral>. [Consulta: 06/06/2020]